النسخة الجديدة

2019

الفيزياء

الفرع التطبيقي

الجزء الاول

WWW.iQ-RES.COM

موقع طلاب العراق

للصف السادس التطبيقي

اعداد الاستاذ حكمت العمري

موقع طلاب العراق

الفصل الاول / المتسعات
Capacitors

- **الموصل الكروي المنفرد المعزول** يمكنه تخزين كمية محددة من الشحنات الكهربائية .
- **المتسعات** يمكنها خزن كمية كبيرة من الشحنات الكهربائية والطاقة الكهربائية .

علل // لماذا لا يمكن الاستمرار في اضافة الشحنة على موصل كروي منفرد مشحون ومعزول ؟

الجواب //

وذلك لأنه يخزن كمية محدده من الشحنة ولان زيادة الشحنة يؤدي الى زيادة الجهد الكهربائي بينه وبين اي جسم اخر فيزداد المجال الكهربائي ، مما يؤدي الى حصول التفريغ الكهربائي خلال الهواء المحيط به ؟

- ولحساب جهد الموصل الكروي المنفرد المشحون والمعزول على بعد (r) عن مركز الشحنة :

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_o} \times \frac{Q}{r}$$

بما ان ثابت التناسب (k) في قانون كولوم يساوي $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o} = 9 \times 10^9 \ N.m^2/C^2$

حيث ان (ε_o) تمثل سماحية الفراغ $\varepsilon_o = 8.85 \times 10^{-12} \ C^2/N.m^2$

$$V = k \times \frac{Q}{r}$$

س //هل يمكن صنع جهاز يستعمل لتخزين مقادير كبيرة من الشحنات الكهربائية وتخزين الطاقة الكهربائية فيه؟

الجواب // نعم يتم تحقيق ذلك باستعمال نظام يتألف من موصلين (بأي شكل كانا) معزولين يفصل بينهما عازل سواء كان (فراغ او هواء او مادة عازلة كهربائياً) فيكون بمقدوره اختزان شحنات موجبة على احد الموصلين وشحنات سالبة على الموصل الاخر ويسمى **بالمتسعة** .

س // ما المقصود بالمتسعة ؟ وما هي انواعها ؟

الجواب // **المتسعة :** هو جهاز يستعمل لتخزين الشحنات الكهربائية والطاقة الكهربائية ، يتكون من زوج او اكثر من الصفائح الموصلة يفصل بينهما عازل .

اما انواعها : فتوجد المتسعات بأشكال هندسية مختلفة منها .

1- متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين .

2- متسعة ذات الاسطوانتين المتمركزتين .

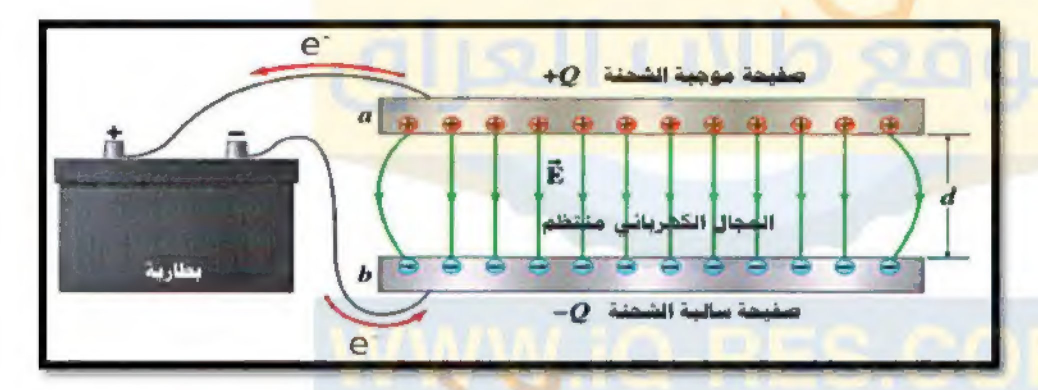
3- متسعة ذات الكرتين المتمركزتين .

المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين

تعرف المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين بأنها :- وهي متسعة تتألف من صفيحتين مستويتين متماثلتين معزولتين ومتوازيتين ومساحة كل منهما (A) مفصولتين عن بعضهما بالبعد (d) ومشحونتين بشحنتين متساويتين بالمقدار ومختلفتين بالنوع .

س // كيف يتم شحن المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ؟

الجواب // المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين تكون ابتداءا غير مشحونتين وعند شحنها نربط احدى الصفيحتين مع القطب الموجب للبطارية فتظهر عليها شحنة موجبة (+Q) ونربط الصفيحة الثانية مع القطب السالب للبطارية فتظهر عليها شحنة سالبة (−Q) مساوية لها بالمقدار وكلا الشحنتين تقعان على السطحين المتقابلين للصفيحتين بسبب قوى التجاذب بين تلك الشحنات ، وهذا يعني ان الصفيحتين تحملان شحنتين متساويتين بالمقدار ومختلفتين بالنوع فيكون صافي الشحنة على الصفيحتين يساوي صفرا ، كما موضح بالشكل ادناه .



س // اين تقع الشحنات السالبة والموجبة في المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ؟ ولماذا ؟

الجواب // تقع الشحنات على السطحين المتقابلين للصفيحتين بسبب قوة التجاذب بين تلك الشحنات .

س // متى يعد المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة ذات الصفيحتين مجالاً منتظماً ؟

الجواب // عندما يكون البعد (d) بين الصفيحتين صغيراً جداً بالمقارنة مع ابعاد الصفيحة الواحدة ،عند ذلك يهمل عدم انتظام خطوط المجال الكهربائي عند الحافات .

السعة

س // علل : لماذا جميع نقاط الصفيحة الواحدة للمتسعة بجهد متساو ؟

الجواب // لان كلا الصفيحتين مصنوعتان من مادة موصلة ومعزولتان .

س // ما هي العلاقة بين فرق الجهد ΔV بين صفيحتي المتسعة ومقدار الشحنة المختزنة Q في اي من الصفيحتين ؟

الجواب // علاقة طردية . أي عند ازدياد مقدار الشحنة Q تزداد فرق الجهد الكهربائي (ΔV) بين الصفيحتين .





تعرف سعة المتسعة :- هي نسبة الشحنة المختزنة (Q) في اي من صفيحتي المتسعة الى مقدار فرق الجهد(ΔV) بين الصفيحتين ، ويرمز لها بالرمز C لحساب سعة المتسعة بتطبيق العلاقة الاتية :

$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

C : سعة المتسعة وتقاس بوحدة الفاراد (Farad) او $\frac{\text{كولوم}}{\text{فولت}}$ ، $(\frac{C}{V})$ أي ان $1Farad = 1F = 1\ \frac{C}{V}$

Q : الشحنة المختزنة في أي من الصفيحتين (تقاس بوحدة الكولوم C) .

ΔV : فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة (يقاس بوحدة الفولت V) .

** تعتبر وحدة القياس المتسعة الفاراد (F) كبيرة جداً في معظم التطبيقات العملية ، فتكون الوحدات الاكثر ملائمة عمليا هي اجزاء الفاراد (F) وهي :-

$1mF = 10^{-3}\,F$, $1\mu F = 10^{-6}\,F$, $1nF = 10^{-9}\,F$, $1pF = 10^{-12}\,F$

- لتحويل من الملي فاراد (mF) الى الفاراد (F) نضرب في 10^{-3} .
- لتحويل من المايكرو فاراد (μF) الى الفاراد (F) نضرب في 10^{-6} .
- لتحويل من النانو فاراد (nF) الى الفاراد (F) نضرب في 10^{-9} .
- لتحويل من البيكو فاراد (pF) الى الفاراد (F) نضرب في 10^{-12} .

العازل الكهربائي

* تعرف المواد العازلة كهربائياً بأنها مواد غير موصلة للكهربائية (عازلة) في الظروف الاعتيادية و تعمل على تقليل مقدار المجال الكهربائي الموضوعة فيه .

تصنف المواد العازلة كهربائياً الى نوعين :

1- العوازل القطبية : مثل الماء النقي . وتمتاز بما يلي :

1- تمتلك عزوماً كهربائية ثنائية القطب دائمية .

2- يكون التباعد بين شحنتيها الموجبة والسالبة ثابتاً (دايبول او جزيئة ثنائية القطب) .

3- عند ادخال هذا النوع من العوازل بين صفيحتي متسعة مشحونة فان المجال الكهربائي للمتسعة سيؤثر في هذه الدايبولات ويجعل معظمها يصطف باتجاه (بموازاة) المجال الكهربائي بحيث يكون مراكز الشحنة الموجبة للدايبول تقابل الوجه السالب للمتسعة ومراكز الشحنة السالبة للدايبولات تقابل الوجه الموجب للمتسعة وبذلك سيتولد مجالاً كهربائياً معاكساً لاتجاه المجال المؤثر (الخارجي) واقل منه مقداراً وبذلك يقل مقدار المجال الكهربائي .

2- العوازل غير القطبية : مثل الزجاج والبولي ثيلين . وتمتاز بما يلي :

1- يمكن ان تمتلك جزيئاتها عزوماً كهربائية ثنائية القطب مؤقتة بالحث الكهربائي .

2- يكون التباعد بين مركزي شحنتيها الموجبة والسالبة غير ثابتاً .

3- عند ادخال هذا النوع من العوازل بين صفيحتي متسعة مشحونة سيعمل المجال الكهربائي بين لوحي المتسعة على ازاحة مركزي الشحنتين الموجبة والسالبة في الجزيئة الواحدة بازاحة ضئيلة فتكسب بصورة مؤقتة عزوماً كهربائية ثنائية القطب بطريقة الحث بهذا يتحول الجزيء الى دايبول كهربائي يصطف باتجاه (بموازاة) المجال الكهربائي وبالنتيجة تظهر شحنة سطحية موجبة على وجه العازل المقابل للصفيحة السالب للمتسعة و تظهر شحنة سطحية الشحنة السالبة على وجه العازل المقابل للصفيحة الموجبة للمتسعة ويبقى العازل متعادل كهربائياً .

س // ما الفرق بين العوازل القطبية والعوازل غير القطبية ؟

الجواب //

ت	العوازل القطبية	العوازل غير القطبية
1	جزيئاتها لها عزم ثنائي القطب دائمي	جزيئاتها لها عزم ثنائي القطب مؤقت
2	التباعد ثابت بين شحناتها الموجبة والسالبة	التباعد غير ثابت بين شحناتها الموجبة والسالبة
3	عند ادخال هذا النوع من العوازل فان جزيئاتها تصطف بموازاة خطوط المجال المؤثر وتحافظ على اتجاهها بعد زوال المجال الخارجي	عند ادخال هذا النوع من العوازل فان جزيئاتها تصطف بموازاة خطوط المجال المؤثر ولا تحافظ على اتجاهها بعد زوال المجال الخارجي اي تكتسب عزوماً كهربائية ثنائية بصورة مؤقتة

■ ومن الملاحظ في كلا نوعي العازل ان المجال الكهربائي المحصل بين صفيحتي متسعة يعطى بالعلاقة الاتية :

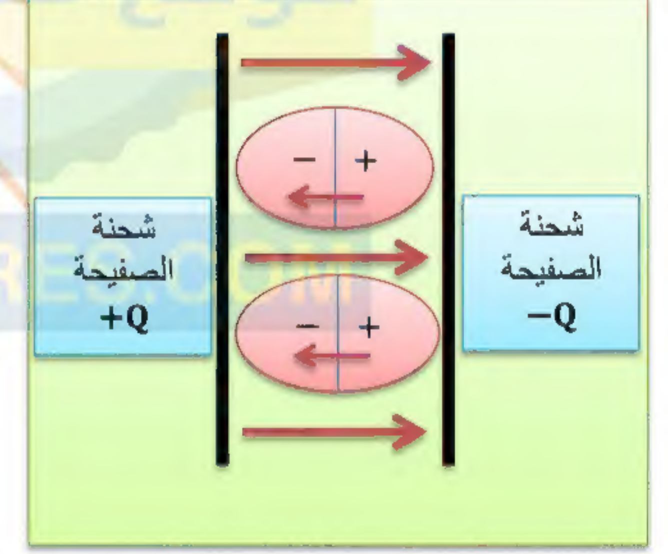
اتجاها $\overrightarrow{E_K} = \vec{E} + \overrightarrow{E_d}$

مقدارا $E_K = E - E_d$

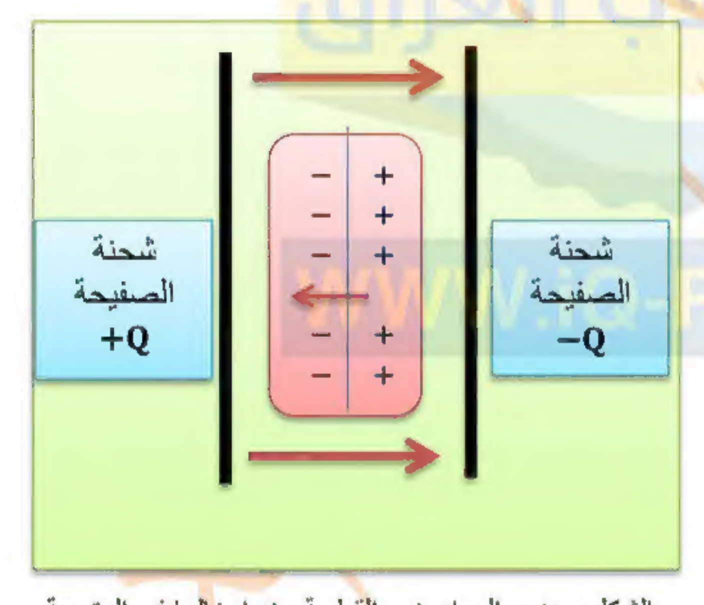
E_K : المجال الكهربائي بوجود العازل

E : المجال الكهربائي المؤثر بين الصفيحتين عندما يكون العازل هواء او فراغ

E_d : المجال الكهربائي داخل العازل



الشكل يوضح المواد القطبية عند ادخالها في المتسعة



الشكل يوضح المواد غير القطبية عند ادخالها في المتسعة

س // ماذا يحصل عند ادخال لوح من مادة عازلة قطبية بين صفيحتي المتسعة ؟

س// ماذا يحصل عند ادخال لوح من مادة عازلة غير قطبية بين صفيحتي المتسعة ؟

س // تعليل وزاري :- لماذا يقل المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة عند ادخال لوح من مادة عازلة بين صفيحتيها

الجواب // وذلك لان المادة العازلة تمتلك مجال كهربائي معاكس للمجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة لذا سيقل المجال الكهربائي بمقدار ثابت العزل للمادة العازلة (K) .

س // تعليل وزاري :- لماذا تزداد سعة المتسعة عند ادخال لوح من مادة عازلة بين صفيحتيها ؟

جواب // وذلك لان المادة العازلة سوف تمتلك مجال كهربائي (E_d) معاكس للمجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة (E) لان جزيئات العازل ثنائية القطب تصطف بموازاة المجال فيقل المجال الكهربائي المحصل ويقل ايضا فرق الجهد بثبوت البعد بين الصفيحتين فتزداد سعة المتسعة لأنه سعة المتسعة تتناسب عكسيا مع المجال الكهربائي وفرق الجهد بين الصفيحتين .

س // ما هو ثابت العزل الكهربائي (k) ؟ وعلام يعتمد ؟

جواب // وهو نسبة سعة المتسعة بوجود العازل الى سعة المتسعة بوجود الفراغ او الهواء ويعتمد على نوع المادة العازلة والذي يحسب من العلاقة :

$$k = \frac{C_K}{C}$$

ملاحظات و قوانين مهمه لحل المسائل التي تكون المتسعة منفرده

1- لحساب سعة المتسعة C او فرق الجهد ΔV او الشحنة المختزنة Q من العلاقة الاتية:

$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

2- ولحساب سعة المتسعة C بدلالة ابعاد المتسعة

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

3- ولحساب المجال الكهربائي E او فرق الجهد ΔV من العلاقة الاتية :

$$E = \frac{\Delta V}{d}$$

4- لحساب سعة المتسعة C_k او فرق الجهد ΔV_k او الشحنة المختزنة Q_k بوجود العازل حسب العلاقة العامة :

$$C_k = \frac{Q_k}{\Delta V_k}$$

5- لحساب سعة المتسعة C_k بدلالة ابعاد المتسعة بوجود العازل

$$C_K = K\frac{\epsilon_0 A}{d}$$

6- ولحساب المجال الكهربائي E_k او فرق الجهد ΔV_k بوجود العازل من العلاقة الاتية :

$$E_k = \frac{\Delta V_k}{d}$$

ملاحظة مهمه جدا :

عند ادخال العازل بين صفيحتي المتسعة يجب الانتباه الى :

1- اذا كانت المتسعة متصلة بالبطارية (المصدر) ام منفصلة عن المصدر فان السعة بوجود العازل ← $C_K = K\,C$

2- اذا كانت متصلة بالمصدر (البطارية) فان الشحنة بوجود العازل ← $Q_{TK} = KQ_T$

3- اذا كانت المتسعة منفصلة عن المصدر فان الشحنة بوجود العازل ← $Q_{TK} = Q_T$

4- اذا كانت متصلة بالمصدر (البطارية) فان فرق الجهد بوجود العازل ← $\Delta V_{Tk} = \Delta V_T$

5- اذا كانت منفصلة بالمصدر (البطارية) فان فرق الجهد بوجود العازل ← $\Delta V_{Tk} = \frac{\Delta V_T}{K}$

6- اذا كانت متصلة بالمصدر (البطارية) فان المجال الكهربائي بوجود العازل ← $E_{TK} = E_T$

7- اذا كانت منفصلة بالمصدر (البطارية) فان المجال الكهربائي بوجود العازل ← $E_{TK} = \frac{E_T}{K}$

يجب ملاحظة ان ليس بالضرورة ذكر المتسعة متصلة او منفصلة عن البطارية في المسائل حيث ان :

** عندما نلاحظ او يعطى في السؤال ان الشحنة قبل وجود العازل = الشحنة بعد وجود العازل فهذا يعني ان (المتسعة منفصلة عن المصدر)

** عندما نلاحظ او يعطى في السؤال ان الشحنة قبل وجود العازل ازدادت بعد وجود العازل فهذا يعني ان (المتسعة متصلة عن المصدر)

** عندما نلاحظ او يعطى في السؤال ان فرق الجهد قبل وجود العازل = فرق الجهد بعد وجود العازل فهذا يعني ان (المتسعة متصلة عن المصدر)

** عندما نلاحظ او يعطى في السؤال ان فرق الجهد قبل وجود العازل قل بعد وجود العازل فهذا يعني ان (المتسعة منفصلة عن المصدر)

س // مهم ومرشح وزاري// وضح بنشاط يبين تأثير إدخال العازل الكهربائي بين صفيحتي متسعة مشحونة ومفصولة عن المصدر (البطارية) في مقدار الجهد الكهربائي بينهما (تجربة فراداي) ؟ وما تأثيره في سعة المتسعة ؟

الجواب //

ادوات النشاط : متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين (العازل بينهما هواء) وغير مشحونة ، بطارية فولطيتها مناسبة ، فولطميتر ، اسلاك توصيل ، لوح من مادة عازلة كهربائياً (ثابت عزلها K) .

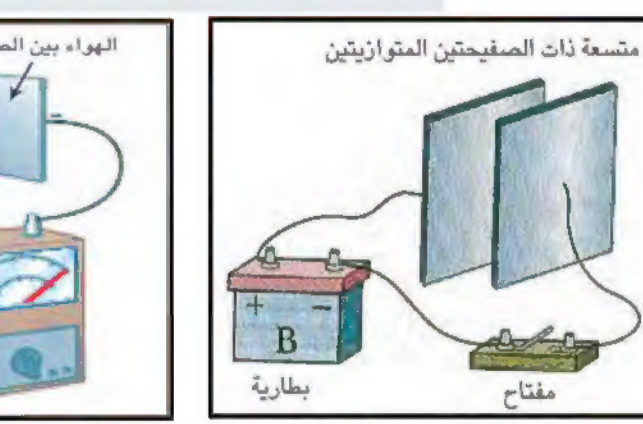
خطوات النشاط :

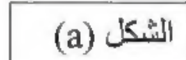
- نربط احد قطبي البطارية بإحدى الصفيحتين ثم نربط القطب الاخر بالصفيحة الثانية ستنشحن احدى الصفيحتين بالشحنة الموجبة (+Q) والاخرى بالشحنة السالبة (−Q) لاحظ الشكل (a) .
- نفصل البطارية عن الصفيحتين .
- نربط الطرف الموجب للفولطميتر بالصفيحة الموجبة ونربط طرفة السالب بالصفيحة السالبة نلاحظ انحراف مؤشر الفولطميتر عند قراءة معينة لاحظ الشكل (b) . ويعني ذلك فرق جهد كهربائي (ΔV) بين صفيحتي المتسعة المشحونة في الحالة التي يكون فيها الهواء هو العازل بينهما .
- ندخل اللوح العازل بين صفيحتي المتسعة المشحونة نلاحظ حصول نقصان في قراءة الفولطميتر (ΔV) لاحظ الشكل (c) .

الاستنتاج :

ان ادخال مادة عازلة كهربائياً ثابت عزلها (k) بين صفيحتي المتسعة المشحونة يتسبب في انقاص فرق الجهد الكهربائي بينهما بنسبة مقدارها ثابت العزل (k) فيكون ($\Delta V=\Delta V / k$) ونتيجة لنقصان فرق الجهد بين الصفيحتين تزداد سعة المتسعة طبقا للمعادلة ($C= Q/\Delta V$) بثبوت مقدار الشحنة Q أي ان

(سعة المتسعة بوجود العازل تزداد بالعامل k فيكون $C_k=k\ C$)

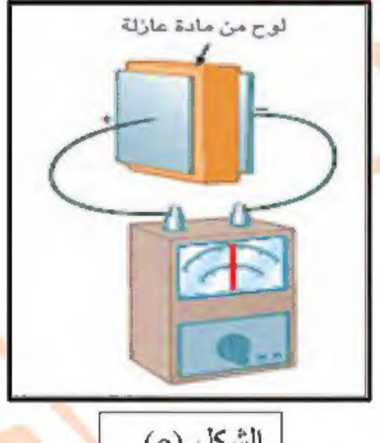




الشكل (a)



الشكل (b)

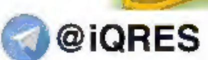


الشكل (c)

اندروكانغي :

لن يفشل ابداً انسان يحاول ..... ثم يحاول





س // ما المقصود بقوة العزل الكهربائي ؟ وهل ضروري تحديد اقصى مقدار لفرق جهد الكهربائي التي تعمل به المتسعة؟

الجواب // قوة العزل الكهربائي : هي اقصى مقدار لمجال كهربائي يمكن ان تتحمله تلك المادة قبل حصول الانهيار الكهربائي لها ، وتعد قوة العزل لمادة بأنها مقياس لقابليتها في الصمود امام فرق الجهد الكهربائي المسلط عليها .

- نعم ضروري جدا لان في حالة الاستمرار في زيادة مقدار فرق الجهد المسلط بين صفيحتيها يتسبب في ازدياد مقدار المجال الكهربائي الى حد كبير جداً ، قد يحصل الانهيار الكهربائي للعازل ، نتيجة لعبور الشرارة الكهربائية خلاله ، فتتفرغ عندئذ المتسعة جميع شحنتها ، وهذا يعني تلف المتسعة .

العوامل المؤثرة في مقدار سعة المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين

ان العوامل التي تعتمد عليها سعة المتسعة (C) ذات الصفيحتين المتوازيتين وحسب العلاقة هي :

1- المساحة السطحية (A) المتقابلة لكل من الصفيحتين ، وتتناسب معها طردياً ($C \propto A$) .

2- البعد (d) بين الصفيحتين ، وتتناسب معها عكسيا ($C \propto \frac{1}{d}$) .

3- نوع الوسط العازل بين الصفيحتين k ، تزداد سعة المتسعة عند ادخال مادة عازلة بين الصفيحتين بدل الفراغ او الهواء ($C_k = k\,C$) .

واجبات

س // ما الذي يحصل لقراءة الفولطميتر المربوط الى طرفي متسعة مشحونة ومفصولة عن البطارية (المصدر) لو تم تقيل البعد (d) بين صفيحتيها الى نصف ما كانت عليه (½d) ؟ ثم بين ما تأثير ذلك على سعة المتسعة ؟

س // متسعة مشحونة ومتصلة بالمصدر وضح ما تأثير لو وضع لوح من مادة عازلة ثابت عزلها ($k = 4$) على كل ($E , Q , C , \Delta V$) ؟

س // ما الذي يحصل لقراءة الفولطميتر المربوط الى طرفي متسعة مشحونة ومفصولة عن البطارية (المصدر) لو تم تقيل المساحة (A) بين صفيحتيها الى نصف ما كانت عليه (½A) ؟ ثم بين ما تأثير ذلك على سعة المتسعة ؟

س // متسعة مشحونة ومفصولة عن المصدر بين صفيحتيها الهواء ، ما الذي يحدث لكل من سعتها وشحنتها وفرق الجهد بين صفيحتيها اذا استبدل الهواء بعازل اخر بين صفيحتيها ؟

س // متسعة مشحونة ومفصولة عن المصدر (البطارية) ازيحت احدى صفيحتيها جانباً وضح ما تأثير على كل من ($E , Q , C , \Delta V$) ؟

الجواب // بما ان ازيحت احدى الصفيحتين هذا يعني قلت المساحة A

(1) الشحنة Q تبقى ثابتة لان (مفصولة عن المصدر) .

(2) سعة المتسعة C تقل لان المساحة تتناسب طردياً مع السعة ($C \propto A$) وحسب العلاقة $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$.

(3) فرق الجهد ΔV يزداد حسب العلاقة $C_{\text{تقل}} = \frac{Q_{\text{ثابتة}}}{\Delta V_{\text{تزداد}}}$ ، لان العلاقة السعة وفرق الجهد علاقة عكسية $C \propto \frac{1}{\Delta V}$.




(4) المجال الكهربائي E يزداد حسب العلاقة $E_{يزداد} = \frac{\Delta V_{ثابت}}{d_{تقل}}$ ، ولان العلاقة بين المجال وفرق الجهد طردية $E \propto \Delta V$

س // ما هي الطرق التي تلجأ اليها بعض المصانع لزيادة سعة المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ؟

الجواب // وذلك بالتحكم في العوامل الثلاثة المؤثرة في مقدار السعة المساحة السطحية للصفيحتين (A) ، البعد بين الصفيحتين (d) ، العازل الكهربائي بينهما (k) فتصنع الصفيحتان بشكل شرائح معدنية رقيقة جداً واسعة المساحة وتوضع مادة عازلة تمتلك عزل كهربائي كبير المقدار وبشكل اشرطة رقيقة جداً ثم تلف على بعضها بشكل اسطواني .

****



متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها $(10pF)$ شحنت بواسطة بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(12V)$ فإذا فصلت المتسعة عن البطارية ثم ادخل بين صفيحتيها لوح من مادة عازلة كهربائياً ثابت عزلها (6) يملأ الحيز بينهما . ما مقدار :

(1) الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة .
(2) سعة المتسعة بوجود العازل الكهربائي .
(3) فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة بعد ادخال العازل .



(1) $C = \frac{Q}{\Delta V} \Rightarrow Q = C \times \Delta V \Rightarrow Q = 10 \times 12 = 120\, pC$

(2) $C_k = k\, C = 6 \times 10 = 60\, pF$

(3) $\Delta V_k = \frac{Q}{C_k} = \frac{120}{60} = 2\, V$ or $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k} = \frac{12}{6} = 2\, V$



متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين البعد بين صفيحتيها $(0.5cm)$ وكل من صفيحتيها مربعة الشكل طول ضلع كل منها $(10cm)$ ويفصل بينهما الفراغ (علما ان $\epsilon_o = 8.85 \times 10^{-12}\ C^2/N.m^2$) ما مقدار :


(1) سعة المتسعة


(2) الشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها بعد تسليط فرق جهد (10V) بينهما

الحل

(1) $\because A = 10 \times 10 = 100\, cm^2 = 100 \times 10^{-4}\, m^2 = 1 \times 10^{-2}\, m^2$

$$d = 0.5 = \frac{0.5}{100} = \frac{5}{1000} = 0.005m = 5 \times 10^{-3}m$$

$$C = \frac{\epsilon_o A}{d} = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 1 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-3}} = 1.77 \times 10^{-11}\, F = 17.7\, pF$$

(2) $Q = C\, \Delta V = 17.7 \times 10 = 177\, pC$

ربط المتسعات على توازي

س // ما الغرض او الفائدة العملية من ربط المتسعات على التوازي ؟

الجواب // وذلك لزيادة سعة المتسعة المكافئة .

س // ما تفسير زيادة مقدار السعة المكافئة لمجموعة من المتسعات ربطت على التوازي ؟

الجواب // وذلك بسبب زيادة المساحة السطحية المتقابلة لصفيحتي المتسعة المكافئة (A) ، فيزداد مقدار السعة (C) ويكون اكبر من سعة في المجموعة على فرض (ثبوت البعد بين الصفيحتين ونوع العازل) لان $C \alpha A$

مميزات ربط المتسعات على التوازي

1- فرق الجهد الكلي (ΔV_{tot}) متساوي في جميع المتسعات :

$$\Delta V_{tot} = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3 = \cdots$$

2- الشحنة الكلية للمجموعة (Q_{tot}) تساوي مجموع شحنة المتسعات المربوطة :

$$Q_{tot} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \cdots$$

3- السعة المكافئة (C_{eq}) تساوي مجموع المتسعات المربوطة :

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots$$

س // اشتق معادلة لحساب السعة المكافئة (C_{eq}) لمجموعة المتسعات المربوطة على التوازي او برهن ان :

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$$

ج //

$$\because \quad Q_{tot} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$\because \quad Q_{tot} = C_{eq} . \Delta V \quad , \quad Q_1 = C_1 . \Delta V \, , \quad Q_2 = C_2 . \Delta V$$

$$\therefore \quad C_{eq}\, \Delta V = C_1\, \Delta V + C_2\, \Delta V + C_3\, \Delta V$$

$$C_{eq}\, \cancel{\Delta V} = (C_1 + C_2 + C_3)\, \cancel{\Delta V}$$

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$$



اربع متسعات سعاتها حسب الترتيب ($4\ \mu F, 8\ \mu F, 12\ \mu F, 6\ \mu F$) مربوطة مع بعضها على التوازي ربطت المجموعة عبر قطبي فرق جهد بين قطبيها $(12V)$ احسب مقدار :

(1) السعة المكافئة للمجموعة .

(2) الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة .

(3) الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة .



(1) $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$

$C_{eq} = 4 + 8 + 12 + 6 = 30\ \mu F$

(2) $\Delta V_{tot} = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3 = \Delta V_4 = \Delta V = 12\ V$ لان من خواص ربط التوازي

$Q_1 = C_1 . \Delta V = 4 \times 12 = 48\ \mu C$

$Q_2 = C_2 . \Delta V = 8 \times 12 = 96\ \mu C$

$Q_3 = C_3 . \Delta V = 12 \times 12 = 144\ \mu C$

$Q_4 = C_4 . \Delta V = 6 \times 12 = 72\ \mu C$

(3) $Q_{tot} = C_{eq} . \Delta V = 30 \times 12 = 360\ \mu C$

يمكن ايجاد الشحنة الكلية بطريقة ثانية : $Q_{tot} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4$

$Q_{tot} = 48 + 96 + 144 + 72 = 360\ \mu C$

ربط المتسعات على توالي

س // ما الغرض او الفائدة العملية من ربط المتسعات على التوالي ؟

الجواب // لكي يكون بإمكاننا وضع فرق جهد كبير على طرفي المجموعة قد لا تتحمله المتسعة المنفردة .

س // ما تفسير يقل مقدار السعة المكافئة لمجموعة من المتسعات ربطت على التوالي ؟

الجواب // ان ربط المتسعات على التوالي يؤدي الى زيادة البعد (d) بين صفيحتي المتسعة المكافئة فتقل سعتها لان $C \alpha \frac{1}{d}$ ، على فرض ثبوت مساحة الصفيحتين ونوع العازل .

مميزات ربط المتسعات على التوالي

1- فرق الجهد الكلي (ΔV_{tot}) يساوي مجموع فرق الجهد على كل متسعة :

$$\Delta V_{tot} = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 + \dots\dots$$

2- الشحنة الكلية للمجموعة (Q_{tot}) تساوي شحنة كل شحنة من المتسعات المربوطة على التوالي

$$Q_{tot} = Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots\dots$$

3- السعة المكافئة (C_{eq}) تساوي مجموع مقلوب كل سعة من المتسعات المربوطة على التوالي :

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots\dots$$

س // اثبت ان السعة المكافئة (C_{eq}) عند ربط المتسعات على التوالي : $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

الجواب //

$$\because \quad \Delta V_{tot} = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

$$\because \quad \Delta V_{total} = \frac{Q}{C_{total}} \quad , \quad \Delta V_1 = \frac{Q}{C_1} \quad , \quad \Delta V_2 = \frac{Q}{C_2}$$

$$\therefore \quad \frac{Q}{C_{eq}} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2}$$

بأخذ عامل مشترك Q

$$Q \frac{1}{C_{eq}} = Q \left[\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right]$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad or \quad C_{eq} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$



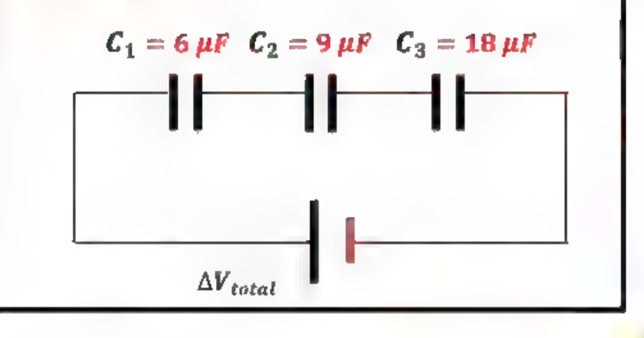
ثلاث متسعات من ذوات الصفيحتين المتوازيتين سعاتها حسب الترتيب ($6\ \mu F$, $9\ \mu F$, $18\ \mu F$) مربوطة مع بعضها على التوالي ، شحنت بشحنة كلية ($300\ \mu C$)احسب مقدار :

(1) السعة المكافئة للمجموعة .

(2) الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة .

(3) فرق الجهد الكلي بين طرفي المجموعة .

(4) فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة .





$$(1)\ \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{6}{18} = \frac{1}{3} \Rightarrow C_{eq} = 3\mu F$$

بما ان المتسعات مربوطة على التوالي

$$(2)\ Q_{tot} = Q_1 = Q_2 = Q_3 = 300\ \mu C$$

$$(3)\ \Delta V_{tot} = \frac{Q}{C_{eq}} = \frac{300}{3} = 100V$$

$$(4)\ \Delta V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{300}{6} = 50V$$

$$\Delta V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{300}{9} = \frac{100}{3}V$$

$$\Delta V_3 = \frac{Q}{C_3} = \frac{300}{18} = \frac{50}{3}V$$

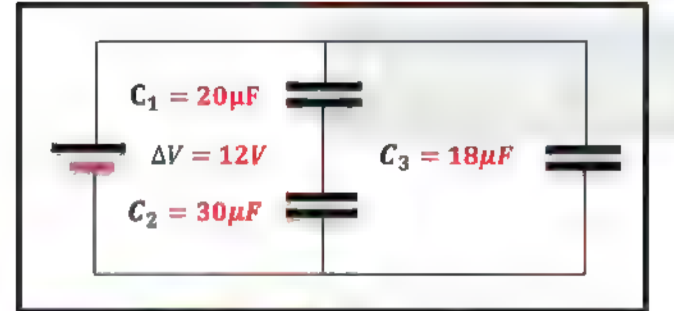


من المعلومات المثبتة في الشكل التالي ، احسب مقدار :-

(1) السعة المكافئة للمجموعة .

(2) الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة .

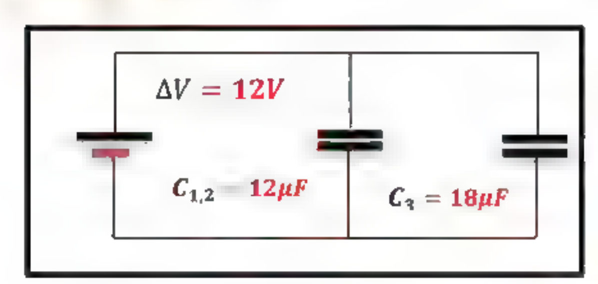
(3) الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة .



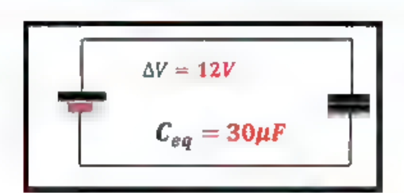


(1) نحسب السعة المكافئة ($C_{1,2}$) للمتسعتين (C_1 , C_2) المربوطتين مع بعضهما على التوالي كما في الشكل الاول (a)

$$\frac{1}{C_{(1\,2)}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{20} + \frac{1}{30} = \frac{3+2}{60} = \frac{5}{60} = \frac{1}{12} \Rightarrow C_{1,2} = 12\mu F$$



ثم نحسب السعة المكافئة الكلية (C_{eq}) لمجموعة التوازي $(C_{1,2}\,,C_3)$ كما في الشكل الثاني (b) :



$$C_{eq} = C_{1,2} + C_3 = 12 + 18 = 30\mu F$$

(2) لحساب الشحنة الكلية للمجموعة نطبق العلاقة التالية

$$Q_{tot} = C_{eq}\,\Delta V_{tot} = 30 \times 12 = 360\ \mu C$$

(3) من الملاحظ في الشكل (b) نجد ان فرق الجهد بين طرفي المتسعتين المربوطتين على التوازي $(C_{1,2}\,,C_3)$:

$$\Delta V_{tot} = \Delta V_{1,2} = \Delta V_3 = 12V$$

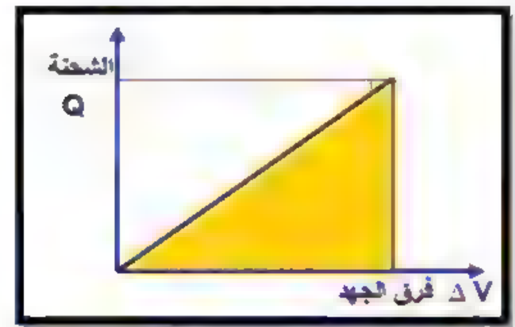
وبذلك يمكن حساب شحنة كل متسعة كالاتي :

$$Q_{1,2} = C_{1,2}\,.\,\Delta V = 12 \times 12 = 144\ \mu C = Q_1 = Q_2$$ لان الربط على التوازي

$$Q_3 = C_3\,.\Delta V = 18 \times 12 = 216\ \mu C$$

الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي للمتسعة

** يمكن حساب مقدار الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي للمتسعة وذلك برسم مخطط بياني بين مقدار الشحنة Q المختزنة في أي من الصفيحتين وفرق الجهد ΔV بينهما ، ومن خلال حساب مساحة المثلث (**المنطقة المظللة تحت المنحني**) حيث ان (**مساحة المثلث** = $\frac{1}{2}$ **القاعدة** × **الارتفاع**) ، حيث القاعدة تمثل فرق الجهد (ΔV) والارتفاع يمثل مقدار الشحنة (Q) ، وبذلك يمكن كتابة الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بالصيغة الاتية



$$PE_{electric} = \frac{1}{2}\Delta V \times Q$$

$$PE_{electric} = \frac{1}{2} C \times (\Delta V)^2$$

$$PE_{electric} = \frac{1}{2} \times \frac{Q^2}{C}$$

ملاحظة :- ($PE_{electric}$) تمثل الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي وتقاس بوحدة الجول (J) عندما تكون الشحنة بوحدة الكولوم (C) وليس بأجزاء الكولوم ، وبفرق جهد بوحدة الفولت (ΔV) وسعة المتسعة بالفاراد (F) وليس اجزاء الفاراد .

ولحساب القدرة الكهربائية (P) المختزنة في المتسعة من العلاقة الاتية :

$$Power = \frac{PE_{electric}}{time\ (s)}$$

حيث تقاس القدرة بوحدة الواط $(Watt)$ عندما تكون الطاقة بالجول والزمن بالثانية .



ما مقدار الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي لمتسعة سعتها ($2\ \mu F$) اذا شحنت لفرق جهد كهربائي ($5000V$)، وما مقدار القدرة التي نحصل عليها عند تفريغها بزمن $(10\mu s)$ ؟



$$PE_{electric} = \frac{1}{2}C \times (\Delta V)^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} \times (5000)^2 = 25\ J$$

$$Power\ (P) = \frac{PE_{electric}}{time\ (s)} = \frac{25}{10 \times 10^{-6}} = 2.5 \times 10^6\ Watt$$



متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين ($C_1 = 3\ \mu F\ , C_2 = 6\ \mu F$) مربوطة مع بعضها على التوالي ، ربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(24V)$ وكان الفراغ عازلاً بين صفيحتي كل منهما ، اذا ادخل بين صفيحتي كل منهما من مادة عازلة ثابت عزلها (2) يملأ الحيز بينهما (وما زالت المجموعة متصلة بالبطارية) ، فما مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة ، والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة في حالتين :

(1) قبل ادخال العازل .

(2) بعد ادخال العازل .



(1) قبل ادخال العازل : نحسب السعة المكافئة للمجموعة من خواص ربط التوالي

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad C_{eq} = 2\ \mu F$$

ثم نحسب الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة

$$Q_{tot} = C_{eq} \times \Delta V_{tot} = 2 \times 24 = 48\ \mu C$$

∵ الربط توالي فان

$$Q_{tot} = Q_1 = Q_2 = Q = 48\ \mu C$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{48}{3} = 16\ V \quad , \quad \Delta V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{48}{6} = 8\ V$$

$$PE_1 = \frac{1}{2}\Delta V_1 . Q = \frac{1}{2} \times 16 \times 48 \times 10^{-6} = 384 \times 10^{-6}\ J$$

$$PE_2 = \frac{1}{2}\Delta V_2 . Q = \frac{1}{2} \times 8 \times 48 \times 10^{-6} = 192 \times 10^{-6}\ J$$

(2) بعد ادخال العازل : نحسب سعة كل متسعة بعد ادخال العازل .

$$C_{1k} = k \times C_1 = 2 \times 3 = 6\ \mu F \quad , \quad C_{2k} = k \times C_2 = 2 \times 6 = 12\ \mu F$$

$$\frac{1}{C_{eqk}} = \frac{1}{C_{1k}} + \frac{1}{C_{2k}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4} \Rightarrow C_{eqk} = 4\mu F$$

ولان مازالت المجموعة متصلة بالمصدر(البطارية) فان فرق الجهد الكلي قبل وضع العازل = بعد ادخال العازل

$$Q_{totk} = C_{eqk} \times \Delta V = 4 \times 24 = 96\ \mu C$$

∵ الربط توالي فان

$$Q_{totk} = Q_{1k} = Q_{2k} = 96\ \mu C$$

$$\Delta V_{1k} = \frac{Q}{C_{1k}} = \frac{96}{6} = 16V \quad , \quad \Delta V_{2k} = \frac{Q}{C_{2k}} = \frac{96}{12} = 8V$$

$$PE_{1k} = \frac{1}{2}\Delta V_{1k} . Q = \frac{1}{2} \times 16 \times 96 \times 10^{-6} = 768 \times 10^{-6}\ J$$

$$PE_{2k} = \frac{1}{2}\Delta V_{2k} . Q = \frac{1}{2} \times 8 \times 96 \times 10^{-6} = 384 \times 10^{-6}\ J$$

طريقة حل المسائل بعد ادخال العازل في المتسعة

عند ادخال العازل في متسعة منفردة

الحالة الاولى . عندما يكون ثابت العزل (K) معلوم فان خطوات تسلسل الحل :

$$1 - C_K = KC \qquad 2 - C_K = \frac{Q_K}{\Delta V_K}$$

- الخطوة الاولى نستخرج سعة المتسعة بوجود العازل
- نستخرج اما الشحنة او فرق الجهد بوجود العازل مع الانتباه ومراعاه كون المتسعة متصلة او منفصلة عن المصدر
  (فعندما تكون المتسعة متصلة بالمصدر فان فرق الجهد (ثابت) هو نفسة قبل وجود العازل)
  (فعندما تكون المتسعة منفصلة عن المصدر فان الشحنة (ثابتة) هي نفسها قبل وجود العازل)

****

الحالة الثانية : عندما يكون ثابت العزل (K) مجهول فان خطوات تسلسل الحل :

$$1 - C_K = \frac{Q_K}{\Delta V_K} \qquad 2 - K = \frac{C_K}{C}$$

- الخطوة الاولى نستخرج سعة المتسعة بوجود العازل مع الانتباه ومراعاه كون المتسعة متصلة او منفصلة عن المصدر
  (فعندما تكون المتسعة متصلة بالمصدر فان فرق الجهد (ثابت) هو نفسة قبل وجود العازل)
  (فعندما تكون المتسعة منفصلة عن المصدر فان الشحنة (ثابتة) هي نفسها قبل وجود العازل)
- ثم يمكننا حساب ثابت العزل k

ملاحظات مهمه جدا :

1- يجب تجنب استعمال العلاقات $\Delta V_K = \frac{\Delta V}{K}$, $E_K = \frac{E}{K}$ الا في حالة واحدة فقط عندما يكون لديك متسعة واحدة منفردة فقط مشحونة ومفصولة عن المصدر . وكذلك يجب عدم استخدام $\Delta Q_K = kQ$ الا للمتسعة المنفردة المتصلة فقط

2- ان مقدار الزيادة في السعة بعد ادخال العازل تضاف الى السعة قبل العازل للحصول على السعة بعد العازل .

3- ان مقدار النقصان او الانخفاض في فرق الجهد بعد ادخال العازل يطرح من فرق الجهد قبل العازل للحصول على فرق الجهد بعد العازل ، حيث ان النقصان يحصل عندما تكون المتسعة او مجموعه المتسعات المربوطة منفصلة عن المصدر

4- ان مقدار الزيادة في الشحنة بعد ادخال العازل تضاف الى الشحنة قبل العازل للحصول على الشحنة بعد العازل ، حيث تحصل الزيادة في الشحنة لمتسعة او مجموعه المتسعات المربوطة عندما تكون متصلة بالمصدر .

5- اذا ربطت متسعة مشحونة مع متسعة غير مشحونة بغض النظر عن نوع الربط فان الشحنة الكلية عبر الدائرة تساوي شحنة المتسعة المشحونة دائماً .

عند ادخال العازل لمجموعة من المتسعات المربوطة على التوالي او التوازي

الحالة الاولى : عندما يكون ثابت العزل (K) معلوم وادخل العازل بين صفيحتي المتسعة الاولى مثلا فان خطوات الحل :

1- نحسب C_{1K} من العلاقة $C_{1K} = KC_1$.

2- نحسب C_{1K} من خواص الربط عند التوازي $C_{eqk} = C_{1k} + C_2$ او عند التوالي $\frac{1}{C_{eqk}} = \frac{1}{C_{1k}} + \frac{1}{C_2}$

3- من العلاقة الاتية $C_{eqK} = \frac{Q_{(T)K}}{\Delta V_{(T)K}}$ نجد اما $Q_{(T)K}$ او نجد $\Delta V_{(T)K}$ مع الانتباه والمراعاة ان المجموعة متصلة بالمصدر (يعني فرق الجهد الكلي يبقى ثابت) ام منفصلة عن المصدر (يعني تبقى الشحنة الكلية ثابتة) .

****

الحالة الثانية : عندما يكون ثابت العزل (K) مجهول وادخل العازل بين صفيحتي المتسعة الاولى مثلا فان خطوات الحل :

1- من العلاقة الاتية $C_{eqK} = \frac{Q_{(T)K}}{\Delta V_{(T)K}}$ نجد اما $Q_{(T)K}$ او نجد $\Delta V_{(T)K}$ مع الانتباه والمراعاة ان المجموعة متصلة بالمصدر (يعني فرق الجهد الكلي يبقى ثابت) ام منفصلة عن المصدر (يعني تبقى الشحنة الكلية ثابتة) .

2- نحسب C_{1K} من خواص الربط عند التوازي $C_{eqk} = C_{1k} + C_2$ او عند التوالي $\frac{1}{C_{eqk}} = \frac{1}{C_{1k}} + \frac{1}{C_2}$

3- نحسب ثابت العزل K من العلاقة $C_{1K} = KC_1$.

مسائل محلولة وواجبات عن المتسعات

سؤال

متسعة سعتها $(C_1 = 4\ \mu F)$ ذات فرق جهد $(200\ V)$ وربطت على التوازي مع متسعة ثانية سعتها $(C_2 = 8\mu F)$ ذات فرق جهد $(50V)$ احسب :

1- مقدار شحنة كل متسعة قبل الربط ؟
2- مقدار فرق جهد وشحنة كل متسعة بعد الربط ؟
3- ادخل مادة عازلة بين صفيحتي المتسعة الاولى فانخفض فرق جهد المجموعة بمقدار $(40V)$ ، فما مقدار ثابت العزل K وشحنة كل متسعة بعد ادخال العازل ؟

الجواب

قبل الربط

$1 - \quad Q_1 = C_1 \times \Delta V = 4 \times 200 = 800\mu C \quad , \quad Q_2 = C_2 \times \Delta V = 8 \times 50 = 400\mu C$

$2 - \quad Q_{tot} = Q_1 + Q_2 = 800 + 400 = 1200\mu C$ بعد ربط المتسعتان على التوازي

$C_{eq} = C_1 + C_2 = 4 + 8 = 12\mu F$

$\Delta V_{tot} = \frac{Q_{tot}}{C_{eq}} = \frac{1200}{12} = 100V$

$\therefore \ \Delta V_{tot} = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V = 100V$ لان الربط توازي

$Q_1 = C_1 \times \Delta V = 4 \times 100 = 400\mu C \quad , \quad Q_2 = C_2 \times \Delta V = 8 \times 100 = 800\mu C$

$3 -$

بعد ادخال العازل : بما ان قيل في السؤال اخفض فرق جهد المجموعة بمقدار يجب ان نطرح من فرق جهد المجموعة من ذلك المقدار . وحسب الملاحظات السابقة.

$\Delta V_{totk} = \Delta V_{tot} - 40 = 100 - 40 = 60V$

$\therefore \ \Delta V_{totk} = \Delta V_{1k} = \Delta V_2 = \Delta V = 60V$ لان الربط توازي

وايضا نستنتج من كلمة اخفض فرق جهد المجموعة ان المجموعة منفصلة عن المصدر . وحسب الملاحظات السابقة .

$Q_{Tk} = Q_T = 1200V$

$C_{eqk} = \frac{Q_{tot}}{\Delta V_{totk}} = \frac{1200}{60} = 20\mu F$

$C_{eqk} = C_{1k} + C_2 \quad \Rightarrow \ 20 = C_{1k} + 8 \quad \Rightarrow C_{1k} = 20 - 8 = 12\mu F$

$C_{1k} = kC_1 \quad \Rightarrow \quad k = \frac{C_{1k}}{C_1} = \frac{12}{4} = 3$

$Q_{1k} = C_{1k} \times \Delta V = 12 \times 60 = 720\mu C \quad , \quad Q_2 = C_2 \times \Delta V = 8 \times 60 = 480\mu C$



ربطت متسعتان $(C_1 = 2\mu F \ , C_2 = 1\mu F)$ على التوازي ثم شحنت المجموعة بفرق جهد (40V) ثم فصلت ، ثم ادخلت مادة عازلة سمكها (0.2 cm) بين صفيحتي المتسعة الثانية فاصبح فرق الجهد للمجموعة (12V) احسب :
1- مقدار ثابت العزل K ؟
2- المجال الكهربائي للمتسعة الثانية ؟

الجواب

وضع قبل العازل

$$C_{eq} = C_1 + C_2 = 2 + 1 = 3\mu F$$

$$Q_{TOT} = C_{eq} \times \Delta V_T = 3 \times 40 = 120\mu C$$

بعد وضع العازل

بمان ان المجموعة منفصلة عن المصدر لذا

$$Q_{TK} = Q_T = 120\mu C$$

$$C_{eqK} = \frac{Q_{Tk}}{\Delta V_{TK}} = \frac{120}{12} = 10\mu F$$

$$C_{eqK} = C_1 + C_{2K} \rightarrow 10 = 2 + C_{2K} \rightarrow C_{2K} = 10 - 2 = 8\mu F$$

$$C_{2K} = k\, C_2 \rightarrow 8 = k \times 1 \rightarrow k = \frac{8}{1} = 8$$

ولان الربط توازي لذلك

$$\Delta V_{TK} = \Delta V_1 = \Delta V_{2K} = 12V$$

$$E_{2k} = \frac{\Delta V_{2k}}{d} = \frac{12}{0.2 \times 10^{-2}} = 6 \times 10^3 = 6000\ V/m$$

سؤال

ربطت متسعتان $(C_1 = 6\mu F \ , C_2 = 24\mu F)$ على التوازي ثم وصلت المجموعة الى بطارية فكانت الشحنة الكلية (540 μC) احسب مقدار :
1- شحنة كل متسعة ؟
2- اذا فصلت المجموعة عن المصدر وادخل لوح عازل بين صفيحتي المتسعة الثانية فلاحظ انخفاض فرق جهد المجموعة (10V) فما مقدار ثابت العزل (k) والشحنة بين صفيحتي كل متسعة بعد ادخال العازل ؟



$$1 - C_{eq} = C_1 + C_2 = 6 + 24 = 30\mu F$$

لان الربط توازي

$$\Delta V_{tot} = \frac{Q_{tot}}{C_{eq}} = \frac{540}{30} = 18V = \Delta V_1 = \Delta V_2$$

$Q_1 = C_1 \times \Delta V = 6 \times 18 = 108\mu C \quad , \quad Q_2 = C_2 \times \Delta V = 24 \times 18 = 432\mu C$

2-

نستنتج من كلمة اخفض فرق جهد المجموعة ان المجموعة منفصلة عن المصدر . وحسب الملاحظات لذا :

$$Q_{Tk} = Q_T = 540\mu C$$

ولان الربط توازي لذلك

$$\Delta V_{TK} = \Delta V_1 = \Delta V_{2K} = 10V$$

$$C_{eqk} = \frac{Q_{tot}}{\Delta V_{totk}} = \frac{540}{10} = 54\mu F$$

$$C_{eqk} = C_1 + C_{2k} \quad \Rightarrow \quad 54 = 6 + C_{2k} \quad \Rightarrow C_{2k} = 54 - 6 = 48\mu F$$

$$C_{2k} = kC_2 \quad \Rightarrow \quad k = \frac{C_{2k}}{C_2} = \frac{48}{24} = 2$$

$$Q_1 = C_1 \times \Delta V = 6 \times 10 = 60\mu C \quad , \quad Q_{2k} = C_{2k} \times \Delta V = 48 \times 10 = 480\mu C$$

****

سؤال /

وصلت متسعة غير مشحونة مع متسعة ذات سعة (6 μF) ذات فرق جهد (30V) على التوازي فأصبحت فولتية المجموعة بعد الربط (20V) فجد سعة المتسعة غير المشحونة وشحنة كل منهما بعد الربط ؟

الجواب /

$$Q_1 = C_1 \times \Delta V_1 = 6 \times 30 = 180\mu C$$

$Q_T = Q_2 + Q_1 = 180 + 0 = 180\mu C$ قبل الربط

بعد الربط

$\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_{tot} = 20V$ لان الربط توازي

$$C_{eq} = \frac{Q_{tot}}{\Delta V_{tot}} = \frac{180}{20} = 9\mu F$$

$$C_{eq} = C_1 + C_2 \quad \Rightarrow \quad 9 = 6 + C_2 \quad \Rightarrow \quad C_2 = 9 - 6 = 3\mu F$$

$$Q_1 = C_1 \times \Delta V = 6 \times 20 = 120\mu C$$

$$Q_2 = C_2 \times \Delta V = 3 \times 20 = 60\mu C$$

بعض انواع المتسعات

a- المتسعة ذات الورق المشمع :

س// اين تستعمل او (ما الغرض من) المتسعات ذات الورق المشمع ؟ وبماذا تمتاز ؟

الجواب // تستعمل في العديد من الاجهزة الكهربائية والالكترونية .
وتمتاز : 1- بصغر حجمها 2- كبر مساحة الصفائح

b- المتسعة متغيرة السعة ذات الصفائح الدوارة :

س // مم تتألف المتسعة متغيرة السعة ذات الصفائح الدوارة ؟

الجواب // تتألف من مجموعتين من الصفائح بشكل انصاف اقراص احدى المجموعتين ثابتة والاخرى يمكنها الدوران حول محور ثابت وعند الشحن تربط المجموعتان بين قطبي بطارية .

س // لماذا تكون المتسعة ذات الصفائح الدوارة متغيرة السعة ؟

الجواب // وذلك لان اثناء دوران مجموعة الصفائح المتحركة حول المحور الثابت تتغير المساحة السطحية المتقابلة للصفائح ونتيجة لذلك تتغير سعة المتسعة

س // اين تستعمل او (ما الغرض من) المتسعة متغيرة السعة ذات الصفائح الدوارة ؟

الجواب // تستعمل في دائرة التنغيم في اللاسلكي والمذياع .

C- المتسعة الالكتروليتية :

س // مم تتألف المتسعة الالكتروليتية ؟ وبم تمتاز ؟ ولماذا توضع علامة على طرفيها ؟

الجواب // تتألف من صفيحتين احدهما من الالمنيوم والاخرى عجينة الكتروليتية وتتولد المادة العازلة نتيجة التفاعل الكيميائي بين الالمنيوم والالكتروليت وتلف بشكل اسطواني .
وتمتاز : تتحمل فرق جهد كهربائي عالٍ
اما سبب وضع العلامة على قطبيها : للدلالة على قطبيتها من اجل ربطها في الدائرة الكهربائية بقطبية صحيحة .

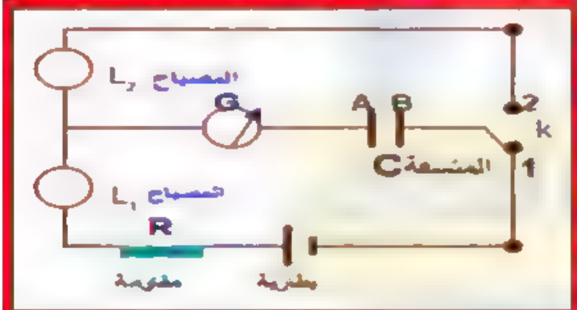
س // مهم جداً وزاري مكرر // وضح بنشاط كيفية شحن المتسعة مع رسم الدائرة الكهربائية اللازمة لأجراء النشاط ؟

الجواب //

ادوات النشاط : بطارية فولطيتها مناسبة ، كلفانومتر G صفره في وسط التدريجة ، متسعة C ذات الصفيحتين المتوازيتين (A,B) ، مفتاح مزدوج K ، مقاومة ثابتة R ، ومصباحين (L_1,L_2) ، اسلاك التوصيل .

خطوات النشاط :

- نربط الدائرة الكهربائية كما في الشكل بحيث يكون المفتاح K في الموقع 1 وهذا يعني ان المتسعة مربوطة الى البطارية لغرض شحنها .
- نلاحظ انحراف مؤشر الكلفانومتر لحظيا الى حد جانبي صفر التدريجة (ونحو اليمين مثلا) ثم يعود بسرعة الى الصفر مع ملاحظة توهج المصباح L_1 بضوء ساطع لبرهة من الزمن ثم ينطفئ وكأن البطارية غير مربوطة في الدائرة وبذلك تمت عملية الشحن .



- وان سبب رجوع مؤشر الكلفانومتر G الى الصفر ؟ هو لان بعد اكتمال عملية شحن المتسعة يتساوى جهد صفيحة مع قطب البطارية المتصل بها ، أي ان المتسعة صارت مشحونة بكامل شحنتها وعندها يكون فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة يساوي فرق الجهد بين قطبي البطارية ، وفي هذه الحالة لا يتوفر فرق الجهد على طرفي المقاومة في الدائرة مما يجعل التيار في الدائرة يساوي صفراً . لذلك فان وجود المتسعة في دائرة التيار المستمر يعد مفتاحاً مفتوح بعد اكتمال الشحن ؟ .

الاستنتاج :

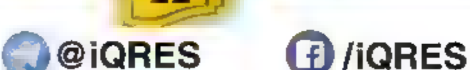
وجد عملياً ان تيار الشحن (I) يبدأ بمقدار كبير لحظة اغلاق دائرة الشحن ومقداره يساوي $I = \frac{\Delta V_{battery}}{R}$ ويتناقص مقداره الى الصفر بسرعة عند اكتمال شحن المتسعة .

س / مهم جداً : ارسم مخطط بياني يبين العلاقة بين تيار شحن المتسعة والزمن المستغرق لشحن المتسعة ؟

الجواب :







س / مهم جداً : علل لماذا عند اكتمال شحن المتسعة المربوطة في دائرة تيار مستمر تعمل عمل مفتاح مفتوح ؟

الجواب // وذلك عند اكتمال شحن المتسعة يكون جهد كل صفيحة من صفيحتي المتسعة يساوى جهد قطب المتصل بالبطارية وهذا يعني ان فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة يساوي فرق الجهد بين قطبي البطارية ، وهذه يجعل فرق الجهد على طرفي المقاومة في الدائرة صفراً مما يجعل التيار في الدائرة يساوي صفراً

س / ما سبب تكون شحنات مختلفة على صفيحتي المتسعة عند شحنها ؟

الجواب // بسبب كون صفيحتي المتسعة معزولتين عن بعضهما فالإلكترونات تتراكم على الصفيحة **B** المربوطة بالقطب السالب للبطارية لذا تشحن بالشحنة السالبة $(-Q)$ في حين تشحن الصفيحة **A** المربوطة بالقطب الموجب للبطارية بالشحنة السالبة $(+Q)$ وبالمقدار نفسه بطريقة الحث .

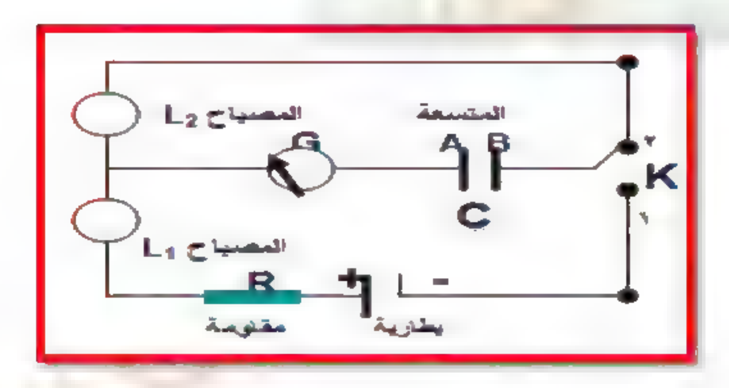
س // مهم جداً وزاري مكرر // وضح بنشاط كيفية تفريغ المتسعة مع رسم الدائرة الكهربائية اللازمة لأجراء النشاط ؟

الجواب //

ادوات النشاط : بطارية فولطيتها مناسبة ، كلفانومتر **G** صفره في وسط التدريجة ، متسعة **C** ذات الصفيحتين المتوازيتين **(A&B)** ، مفتاح مزدوج **K** ، مقاومة ثابتة **R** ، ومصباحين $(L_1\&L_2)$ ، اسلاك التوصيل .

خطوات النشاط :

- نربط الدائرة الكهربائية كما في الشكل بحيث يكون المفتاح K في الموقع 2 وهذا يعني ربط صفيحتي المتسعة مع بعضها بسلك موصل وبهذا تتم عملية تفريغ المتسعة من شحنتها أي تتعادل شحنة صفيحتيها
- نلاحظ انحراف مؤشر الكلفانومتر لحظياً الى الجانب الاخر من صفر التدريجة (نحو اليسار) ثم يعود الى الصفر بسرعة ونلاحظ توهج المصباح L_2 بضوء ساطع لبرهة من الزمن ثم ينطفئ .

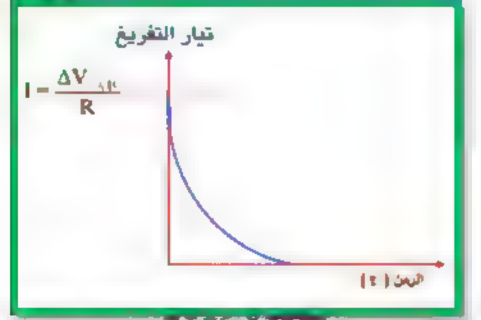


الاستنتاج :

ان تياراً لحظياً قد انساب في الدائرة الكهربائية يسمى تيار التفريغ ،ويتلاشى بسرعة (يساوي صفرا) عندما لا يتوافر فرق جهد بين صفيحتي المتسعة أي ان عندما $(\Delta V_{AB} = 0)$

س / مهم جداً : ارسم مخطط بياني يبين العلاقة بين تيار تفريغ المتسعة والزمن المستغرق لتفريغها ؟

الجواب //



ملاحظات مهمة لحل مسائل الدوائر الكهربائية تحتوي مقاومة ومتسعة (R– C)

1- لحساب تيار شحن المتسعة وفق العلاق الاتية : $I = \frac{\Delta V_{battery}}{R}$

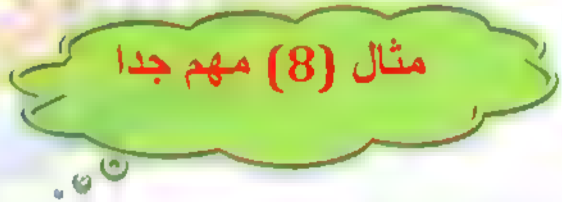
حيث ان I : تيار الشحن ، R : مقاومة الدائرة ، $\Delta V_{battery}$: فرق جهد البطارية

2- لحساب تيار تفريغ المتسعة وفق العلاق الاتية : $I = \frac{\Delta V_C}{R}$

حيث ان I : تيار التفريغ ، R : مقاومة الدائرة ، ΔV_c : فرق جهد المتسعة

3- عند ربط المتسعة على التوالي مع المقاومة وبطارية يكون التيار الشحن $I = \frac{\Delta V_{battery}}{R}$ لحظة غلق الدائرة . وعند اكتمال شحن المتسعة في ربط التوالي يصبح $I = 0$ حيث $\Delta V_C = \Delta V_{battery}$.

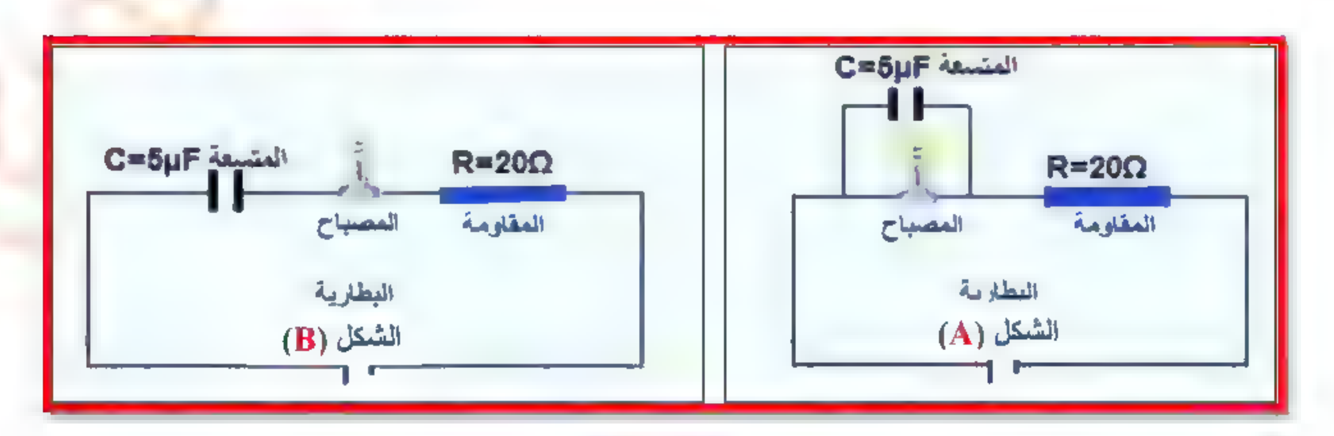
4- عند ربط المتسعة على التوازي مع مقاومة معينة فان فرق جهد المتسعة يساوي فرق الجهد عبر المقاومة المربوطة معها . $\Delta V_C = \Delta V_r$



دائرة كهربائية متوالية الربط تحتوي مصباح مقاومته ($r = 10\ \Omega$) ومقاومة مقدارها ($R = 20\ \Omega$) وبطارية مقدار فرق الجهد بين قطبيها ($\Delta V = 6V$) ، ربطت في الدائرة متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها ($5\ \mu F$) . ما مقدار الشحنة المختزنة في أي من الصفيحتي المتسعة والطاقة الكهربائية المختزنة في مجالها الكهربائي لو ربطت المتسعة :

1- على التوازي مع المصباح وحسب الشكل (A) .

2- على التوالي مع المصباح والمقاومة والبطارية في الدائرة نفسها ، (بعد فصل المتسعة عن الدائرة الاولى وافراغها من جميع شحنتها) . لاحظ الشكل (B) .





1- من الدائرة الاولى وحسب الشكل (A) ، نلاحظ ان المتسعة مربوطة على التوازي مع المصباح حيث المتسعة تأخذ نفس فرق جهد المصباح ، وبما ان الدائرة متوالية الربط فأن التيار يكون ثابت لكل الفروع ويختلف فرق الجهد لذا نستخرج التيار ثم فرق الجهد للمصباح والذي يساوي فرق جهد المصباح انحسب مقدار التيار في الدائرة :

$$I = \frac{\Delta V}{r+R} = \frac{6}{10+20} = \frac{6}{30} \Rightarrow I = 0.2\ A$$

ثم نحسب فرق الجهد بين طرفي المصباح

$$\Delta V_r = I \times r = 0.2 \times 10 = 2\ V$$

وبما ان المتسعة مربوطة مع المصباح على التوازي فأن (فرق جهد المتسعة = فرق الجهد بين طرفي المصباح)

$$\therefore \Delta V_C = \Delta V_r = 2\ V$$

$$Q = C \times \Delta V_C = 5 \times 2 = 10\ \mu C$$

$$PE_{electric} = \frac{1}{2} C \times (\Delta V)^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} \times (2)^2 = 10 \times 10^{-6}\ J$$

2- من الدائرة الثانية وحسب الشكل (B) ولان المتسعة مربوطة على التوالي في دائرة التيار المستمر فأنها تقطع التيار في الدائرة وبعد اكتمال شحن المتسعة يصبح $I = 0$ حيث $\Delta V_C = \Delta V_{battery}$. حيث تعد (المتسعة مفتاح مفتوح)

$$\Delta V_C = \Delta V_{battery} = 6\ V$$

$$Q = C \times \Delta V = 5 \times 6 = 30\ \mu C$$

$$PE_{electric} = \frac{1}{2} C \times (\Delta V)^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-6} \times (6)^2 = 90 \times 10^{-6}\ J$$

س / ما المقصود بدائرة المتسعة والمقاومة (RC– Circuit) ؟ وما هي ابسط انواع هذه الدوائر ؟

الجواب / هي دائرة تيار مستمر تحتوي على متسعة ومقاومة فضلا عن وجود البطارية والمفتاح ويكون التيار في هذه الدائرة متغير مع الزمن . وابسط انواعها دوائر شحن وتفريغ المتسعة



بعض التطبيقات العملية للمتسعة

1- المتسعة الموضوعة في منظومة المصباح الومضي (الفلاش) في آلة التصوير (الكاميرا) :

بعدما تشحن البطارية الموضوعة يتوهج المصباح الوميضي بصورة مفاجئة وبضوء ساطع اثناء تفريغ المتسعة من شحنتها .

2- المتسعة الموضوعة في اللاقطة الصوتية (Microphone) .

تكون احدى صفيحتيها صلبة وثابتة والاخرى مرنة حرة الحركة والصفيحتان عند فرق جهد كهربائي ثابت ، فالموجات الصوتية تتسبب في اهتزاز الصفيحة المرنة الى الامام والخلف فيتغير مقدار سعة المتسعة تبعا لتغير البعد بين صفيحتيها وبتردد الموجات الصوتية نفسة وهذا يعني تحول الذبذبات الميكانيكية الى ذبذبات كهربائية . والشكل يبين متكوناتها وتركيبها



3- المتسعة الموضوعة في جهاز تحفيز وتنظيم حركة عضلات القلب (The defibrillator) .

يستعمل هذا الجهاز لنقل مقادير مختلفة ومحددة من الطاقة الكهربائية الى المريض الذي يعاني من اضطرابات في حركة عضلات قلبه . عندما يكون قلبه غير قادر على ضخ الدم فيلجأ الطبيب الى استعمال صدمة كهربائية تحفز قلبة وتعيد انتظام عملة ، فالمتسعة المشحونة والموجودة في الجهاز تفرغ طاقتها المختزنة التي تتراوح بين (10J – 360J) في جسم المريض وبفترة زمنية قصيرة جدا .

4- المتسعة المستعملة في لوحة مفاتيح الحاسوب (Key board) .

حيث توضع متسعة تحت كل حرف من الحروف في لوحة المفاتيح اذ يثبت كل مفتاح بصفيحة متحركة تمثل احدى صفيحتي المتسعة والصفيحة الاخرى مثبتة في قاعدة المفتاح ، وعند الضغط على المفتاح يقل البعد الفاصل بين صفيحتي المتسعة فتزداد سعتها وهذا يجعل الدوائر الالكترونية الخارجية تتعرف الى المفتاح الذي تم الضغط عليه

س / واجب // وزاري // ما الفائدة او الغرض لكل من المتسعة الموضوعة في :

(اللاقطة الصوتية – منظمة المصباح الومضي في الـه التصوير – جهاز تحفيز وتنظيم حركة عضلات القلب – لوحة مفاتيح الحاسوب)

س / واجب // وزاري // ماذا يحصل عند الضغط على احد مفاتيح الحاسوب ؟

خلاصة القوانين والملاحظات لحل المسائل

للمتسعة المنفردة

■ عند عدم وجود مادة عازله (العازل هواء)

1- لحساب سعه المتسعة $C = \frac{Q}{\Delta V}$ او باستخدام ابعاد المتسعة $C = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$

2- لحساب المجال الكهربائي $E = \frac{\Delta V}{d}$

3- لحساب الطاقة المختزنة باستخدام احد القوانين الثلاثة :

$PE = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C}$ او $PE = \frac{1}{2} C.(\Delta V)^2$ او $PE = \frac{1}{2} \Delta V . Q$

للمتسعة المنفردة

■ عند ادخال مادة عازله بدل الهواء :

1- لحساب سعه المتسعة $C = \frac{Q_k}{\Delta V_k}$ او باستخدام ابعاد المتسعة $C = k \frac{\varepsilon_0 A}{d}$

2- لحساب المجال الكهربائي $E = \frac{\Delta V_k}{d}$

3- لحساب الطاقة المختزنة باستخدام احد القوانين الثلاثة :

$PE_k = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q_k^2}{C_k}$ او $PE_k = \frac{1}{2} C_k.(\Delta V_k)^2$ او $PE_k = \frac{1}{2} \Delta V_k . Q_k$

الكميات الفيزيائية	اذا كانت المتسعة متصلة بالبطارية	اذا كانت المتسعة منفصلة عن البطارية
1- السعة C	$C_k = k\,C$	$C_k = k\,C$
2- فرق الجهد ΔV	$\Delta V_k = \Delta V$	$\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k}$
3- الشحنة Q	$Q_k = k\,Q$	$Q_k = Q$
4- المجال الكهربائي E	$E_k = E$	$E_k = \frac{E}{k}$
5- الطاقة P.E	$PE_k = K\ PE$	$PE_k = \frac{PE}{k}$

خواص ربط المتسعات على التوازي	خواص ربط المتسعات على التوالي
1- فرق الجهد الكلي (ΔV_{tot}) متساوي لجميع المتسعات $\Delta V_{tot} = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3 = \cdots$	1- فرق الجهد الكلي (ΔV_{tot}) يساوي مجموع فرق الجهد على كل متسعة $\Delta V_{tot} = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 + \cdots$
2- الشحنة الكلية للمجموعة (Q_{tot}) تساوي مجموع شحنة المتسعات : $Q_{tot} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \cdots$	2- الشحنة الكلية للمجموعة (Q_{tot}) تساوي شحنة كل شحنة من المتسعات : $Q_{tot} = Q_1 = Q_2 = Q_3 = \cdots$
3- السعة المكافئة (C_{eq}) تساوي مجموع المتسعات $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots$	3- السعة المكافئة (C_{eq}) تساوي مجموع مقلوب كل سعة من المتسعات ا على التوالي $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots$

عن أحد الحكماء:

من أراد النجاح في هذا العالم عليه أن يتغلب على أسس الفقر الستة:

النوم - التراخي - الخوف - الغضب - الكسل - المماطلة

أسئلـــــة الفصـــل الاول

س1 / اختر الاجابة الصحيحة لكل من العبارات الاتية :

1- متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ، مشحونة ومفصولة عن البطارية ، الهواء يملأ الحيز بين صفيحتيها ادخلت مادة عازلة ثابت عزلها (k=2) ملأت الحيز بين الصفيحتين ، فإن مقدار المجال الكهربائي (E_K) بين صفيحتيها بوجود المادة العازلة مقارنة مع مقداره (E) في حالة الهواء يصير :

E/4 (a) , 2E (b) , E (c) , **E/2 (d)**

للتوضيح : بما ان يقل مقدار المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة المشحونة والمفصولة عن المصدر (البطارية) بعد ادخال العازل الكهربائي بين صفيحتيها بنسبة مقدار ثابت العزل k ← $E_K = \frac{E}{K} = \frac{E}{2}$

****

2- وحدة (Farad) تستعمل لقياس سعة المتسعة وهي لا تكافئ احدى الوحدات الاتية :

$Coulomb^2 / J$ (a) , Coulomb / V (b) , **$Coulomb / V^2$ (c)** , J / V^2 (d)

****

3- متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها C ، قربت صفيحتيها مع بعضهما حتى صار البعد بينهما ($\frac{1}{3}$) ما كان علية فإن مقدار سعتها الجديدة يساوي :

($\frac{1}{3}C$) (a) , ($\frac{1}{9}C$) (b) , **(3C) (c)** , (9C) (d)

للتوضيح : $C_2 = 3C_1 \Leftarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{d_1}{\frac{1}{3}d_1} = 3 \Leftarrow C_k = \frac{1}{d} \Leftarrow$ من العلاقة $C_k = k\frac{\varepsilon_0 A}{d}$

****

4- متسعة مقدار سعتها (20μF) ، لكي تخزن طاقة في مجالها الكهربائي مقدارها (2.5J) يتطلب ربطها بمصدر فرق جهدة مستمر يساوي :

$150V$ (a) , $350V$ (b) , **$500V$ (c)** , $250kV$ (d)

للتوضيح : $PE_{electric} = \frac{1}{2}C \times (\Delta V)^2 \Rightarrow \Delta V^2 = \frac{PE}{\frac{1}{2}C} = \frac{2.5}{\frac{1}{2}\times 20\times 10^{-6}} = 500V$

****

5- متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها (50μF) ، الهواء عازل بين صفيحتيها ، اذا ادخلت مادة عازلة بين صفيحتيها ازدادت سعتها بمقدار (60μF) ، فان ثابت عزل تلك المادة يساوي :

0.45 (a) , 0.55 (b) , 1.1 (c) , **2.2 (d)**

للتوضيح : بما أن الزيادة في سعة المتسعة 60 μF فأن السعة بعد ادخال العازل $C_k = C + 60 = 50 + 60 = 110$

$$k = \frac{C_k}{C} = \frac{110}{50} = 2.2$$

****

6- وانت في المختبر تحتاج الى متسعة سعتها (10μF) والمتوافر لديك مجموعة من المتسعات المتماثلة من ذوات السعة (60μF) ، فان عدد المتسعات التي تحتاجها وطريقة الربط التي تختارها هي :

(a) العدد 4 وتربط جميعا على التوالي .

(b) العدد 4 وتربط جميعا على التوالي .

(c) العدد 3 ، اثنان منها تربط على التوالي ومجموعتهما تربط مع الثالثة على التوازي .

(d) العدد 3 ، اثنان منها تربط على التوازي ومجموعتهما تربط مع الثالثة على التوالي .

للتوضيح :

$$C_{1,2} = C_1 + C_2 = 15 + 15 = 30\ \mu F$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_{1,2}} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{30} + \frac{1}{15} = \frac{1+2}{30} = \frac{3}{30} \quad \Rightarrow \quad C_{eqk} = \frac{30}{3} = 10\ \mu F$$

****

7- متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ربطت صفيحتيها بين قطبي بطارية تجهز فرق جهد ثابت ، فاذا ابعدت الصفيحتين عن بعضهما قليلا مع بقاء البطارية موصولة بهما فان مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين :

(a) يزداد والشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها تزداد .

(b) يقل والشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها تقل .

(c) يبقى ثابتا والشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها تبقى ثابتة .

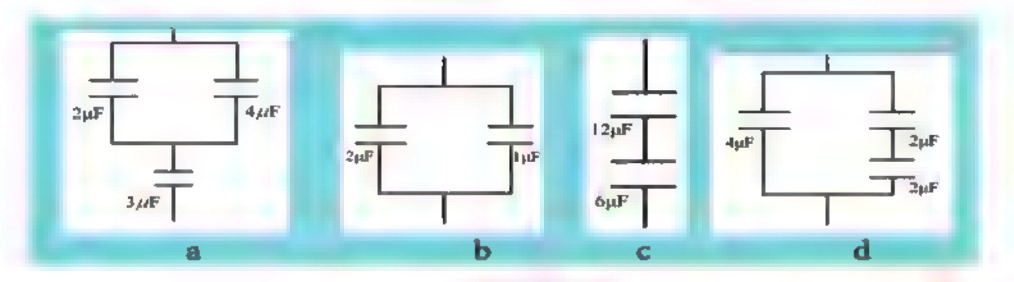
(d) يبقى ثابتا والشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها تزداد .

للتوضيح :

المجال الكهربائي E يقل حسب العلاقة $E_{\text{يقل}} = \frac{\Delta V_{\text{ثابت}}}{d_{\text{يزداد}}}$ ، ولان العلاقة بين المجال وفرق الجهد طردية $E \alpha \Delta V$

اما الشحنة Q فيقل لان السعة $(C \alpha \frac{1}{d})$ وحسب العلاقة $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$. ولان $C_{\text{تقل}} = \frac{Q_{\text{تقل}}}{\Delta V_{\text{ثابت}}}$

8- للحصول على اكبر مقدار سعة مكافئة لمجموعة المتسعات في الشكل الاتي نختار الدائرة المربوطة في الشكل:



الجواب / شكل رقم (d)

للتوضيح :

الشكل (a) : نحسب السعة المكافئة على التوالي لـ (C_1, C_2)

$$C_{1,2} = C_1 + C_2 = 2 + 4 = 6\ \mu F$$

فتكون لدينا متسعتان على التوالي ولحساب السعة المكافئة لهما :

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_{1,2}} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \frac{2+1}{6} = \frac{3}{6} \quad \Longrightarrow C_{eq} = 2\ \mu F$$

الشكل (b) : تكون المتسعة المكافئة للتوازي

$$C_{eq} = C_1 + C_2 = 2 + 1 = 3\ \mu F$$

الشكل (c) : تكون المتسعة المكافئة على التوالي

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} \Rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1+2}{12} = \frac{3}{12} \quad \Longrightarrow C_{eq} = 4\ \mu F$$

الشكل (d) : نحسب السعة المكافئة على التوالي لـ (C_1, C_2)

$$\frac{1}{C_{1,2}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{1}{C_{1,2}} = \frac{1+1}{2} = \frac{2}{2} \quad \Longrightarrow C_{eq} = 1\ \mu F$$

فتكون لدينا متسعتان $(C_{1,2}, C_3)$ على التوازي ولحساب السعة المكافئة لهما :

$$C_{eq} = C_{1,2} + C_3 = 1 + 4 = 5\ \mu F$$

****

9- متسعتان (C_1, C_2) ربطتا مع بعضهما على التوالي ، ومجموعتهما ربطت بين قطبي بطارية ، وكان مقدار سعة الاولى اكبر من مقدار سعة الثانية وعند مقارنة فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة الاولى (ΔV_1) مع فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة الثانية (ΔV_2) نجد ان :

(a) ΔV_1 اكبر من ΔV_2 .

(b) ΔV_1 اصغر من ΔV_2 .

(c) ΔV_1 يساوي ΔV_2 .

(d) كل الاحتمالات السابقة يعتمد ذلك على شحنة كل منها .

للتوضيح : بما ان الربط على التوالي فان الشحنة تكون متساوية بالمقدار لكل منهما $Q_1 = Q_2$ وحسب العلاقة

ΔV_1 تقل $= \frac{Q1 \text{ ثابتة}}{C1 \text{ كبيرة}}$ ، ΔV_2 تقل $= \frac{Q2 \text{ ثابتة}}{C2 \text{ كبيرة}}$ لذلك ΔV_1 اصغر من ΔV_2 .

****

10- ثلاث متسعات (C_1, C_2, C_3) مربوطة مع بعضهما على التوازي ، ومجموعتهم ربطت بين قطبي بطارية ، كان مقدار سعتها $(C_1 > C_2 > C_3)$ ، وعند مقارنة مقدار الشحنات (Q_1, Q_2, Q_3) المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة نجد ان :

(a) $(Q_3 > Q_2 > Q_1)$. (b) $(Q_1 > Q_3 > Q_2)$

(c) $(Q_1 > Q_2 > Q_3)$. (d) $(Q_3 = Q_2 = Q_1)$

للتوضيح : بما ان الربط على التوازي فان فرق الجهد يكون ثابتا وان العلاقة بين الشحنة والمتسعة علاقة طردية لذلك فان المتسعة ذات الشحنة الاكبر هي تخزن شحنة اكبر لذلك يكون الجواب $(Q_1 > Q_2 > Q_3)$

****

س2 // عند مضاعفة مقدار فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتي متسعة ذات سعة ثابتة ، وضح ماذا يحصل لكل من مقدار:

(a) الشحنة المختزنة (Q) في أي من صفيحتيها .
(b) الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها .

الجواب //

(a) تتضاعف الشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها عند مضاعفة فرق الجهد وحسب العلاقة $Q = C \times \Delta V$

(b) تزداد الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي الى اربع امثال ما كانت علية . وحسب $PE_{ele} = \frac{1}{2} C \times (\Delta V)^2$

****

س3 // متسعة مشحونة ، فرق الجهد بين صفيحتيها عالٍ جداً (على الرغم من انها مفصولة عن مصدر الفولتية) تكون مثل هذه المتسعة ولفترة زمنية طويلة خطرة عند لمس صفيحتيها باليد مباشرة، ما تفسيرك لذلك؟

الجواب // تكمن خطورتها في ان مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها كبير جداً لان فرق جهدها كبير جدا $Q = C \times \Delta V$ ، وعند لمس صفيحتيها بوساطة اليد (الكف) مباشرة تتفرغ المتسعة من شحنتها حيث تعد اليد مادة موصلة بين الصفيحتين .

****

س4 // متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين (الهواء عازل بين صفيحتيها) وضح كيف يتغير مقدار سعتها بتغير كل من العوامل الاتية (مع ذكر العلاقة الرياضية التي تستند عليها في جوابك) :

(a) المساحة السطحية للصفيحتين .
(b) البعد بين الصفيحتين .
(c) نوع الوسط العازل بين الصفيحتين .

الجواب //

حسب العلاقة الرياضية الاتية $\left[C = K\varepsilon_0 \frac{A}{d}\right]$

a- تزداد سعة المتسعة بازدياد المساحة السطحية (A) لان السعة تتناسب طرديا مع المساحة (بثبوت الوسط العازل والبعد بين الصفيحتين $C \,\alpha\, A$).

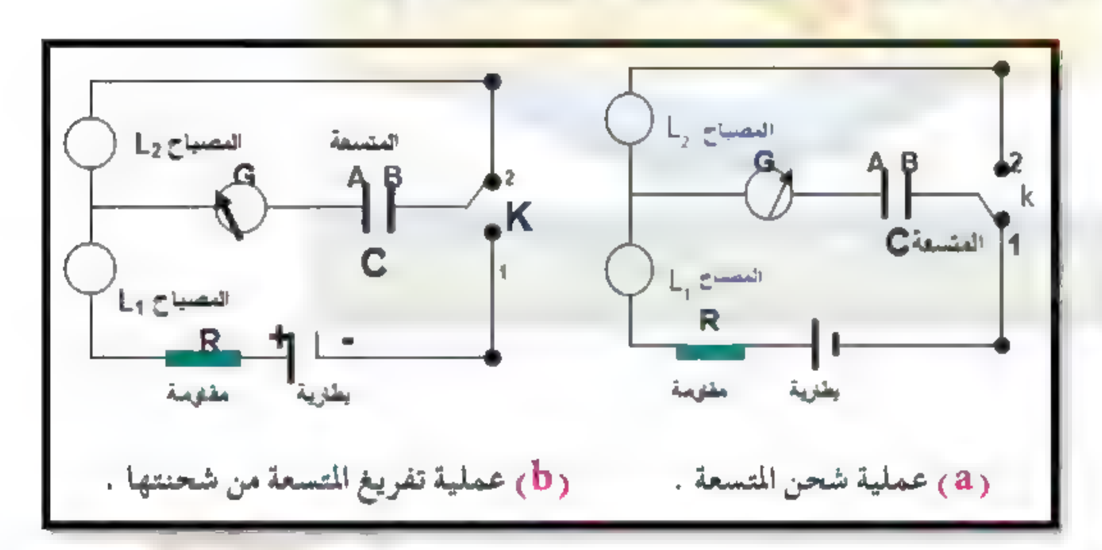
b- تقل سعة المتسعة بازدياد البعد (d) بين الصفيحتين لان السعة تتناسب عكسيا ً مع البعد (بثبوت الوسط العازل المساحة السطحية $C \,\alpha\, \frac{1}{d}$).

c- تزداد سعد المتسعة بادخال مادة عازلة كهربائيا بين صفيحتيها اذ تكون $C_k = KC$ (بثبوت كل من المساحة A والبعد d)

****

س5 // ارسم مخططا ً لدائرة كهربائية (مع التأشير على اجزائها) توضح فيها :
(a) عملية شحن المتسعة . (b) عملية تفريغ المتسعة من شحنتها .

الجواب //



(a) عملية شحن المتسعة . (b) عملية تفريغ المتسعة من شحنتها .

****

س6 // لديك ثلاث متسعات متماثلة سعة كل منها C ومصدر للفولتية المستمرة ، فرق الجهد بين قطبية ثابت المقدار . أرسم مخططا لدائرة كهربائية تبين فيه الطريقة المناسبة لربط المتسعات الثلاث جميعها في الدائرة للحصول على اكبر مقدار للطاقة الكهربائية يمكن اختزانه في المجموعة ، ثم اثبت ان الترتيب الذي تختاره هو الافضل

الجواب //

تربط المتسعات الثلاث على التوازي مع بعضها بين قطبي البطارية فتزداد السعة المكافئة للمجموعة :



$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 = 3C$$

وبما ان الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي للمتسعة الواحدة تعطى بالعلاقة :

$$PE_{electric} = \frac{1}{2} C \times (\Delta V)^2$$

وان الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي للمتسعة المكافئة تعطى بالعلاقة :

$$PE_{total} = \frac{1}{2} C_{eq} \times (\Delta V)^2$$

$$\therefore \frac{PE_{total}}{PE_1} = \frac{\frac{1}{2} C_{eq} \times (\Delta V)^2}{\frac{1}{2} C \times (\Delta V)^2} = \frac{3C}{C} = 3$$

فتزداد الطاقة المختزنة الى ثلاث امثال ما كانت علية للمتسعة الواحدة .

****

س7 // هل المتسعات المؤلفة للمتسعة متغيرة السعة ذات الصفائح الدوارة مربوطة مع بعضها على التوالي ام على التوازي ؟ وضح ذلك ؟

الجواب //

المتسعات المؤلفة للمتسعة متغيرة السعة تكون مربوطة على التوازي . اذ تتالف من مجموعتين من الصفائح احدهما ثابتة والاخرى يمكن تدويرها حول محور . وعندما يراد شحن المتسعة تربط مجموعة الصفائح الثابتة بأحد قطبي البطارية (الموجب مثلاً) ومجموعة الصفائح الدوارة تربط بالقطب (السالب مثلاً) . فتكون احدى المجموعتين بجهد موجب والاخرى سالب ، وهذه هي ميزة الربط التوازي .

****

س8 // هل ربطت المتسعة C_1 بين قطبي بطارية ، وضح ماذا يحصل ؟ لمقدار كل من فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة C_1 والشحنة المختزنة فيها لو ربطت متسعة اخرى C_2 غير مشحونة مع المتسعة C_1 (مع بقاء البطارية مربوطة في الدائرة) . وكانت طريقة الربط

اولاً : على التوازي مع C_1

ثانياً : على التوالي مع C_1

الجواب //

اولاً : في حالة الربط على التوازي ومع بقاء المصدر متصل بالدائرة .

فرق الجهد :

فان فرق الجهد يبقى ثابتا على المتسعة الاولى والثانية وهو نفسة فرق جهد المصدر $\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_{battery}$

الشحنة المختزنة :

تكون الشحنة في المتسعة الاولى ثابتة ايضا لان $Q_1 = C_1 \times \Delta V_1$ بثبوت C_1 و ΔV_1

ثانياً : في حالة الربط على التوالي ومع بقاء المصدر متصل بالدائرة .

فرق الجهد :

يقل فرق الجهد $\Delta V_{total} = \Delta V_1 + \Delta V_2 \Rightarrow \Delta V_1 = \Delta V_{total} - \Delta V_2 \Rightarrow \Delta V_1 < \Delta V_{total}$

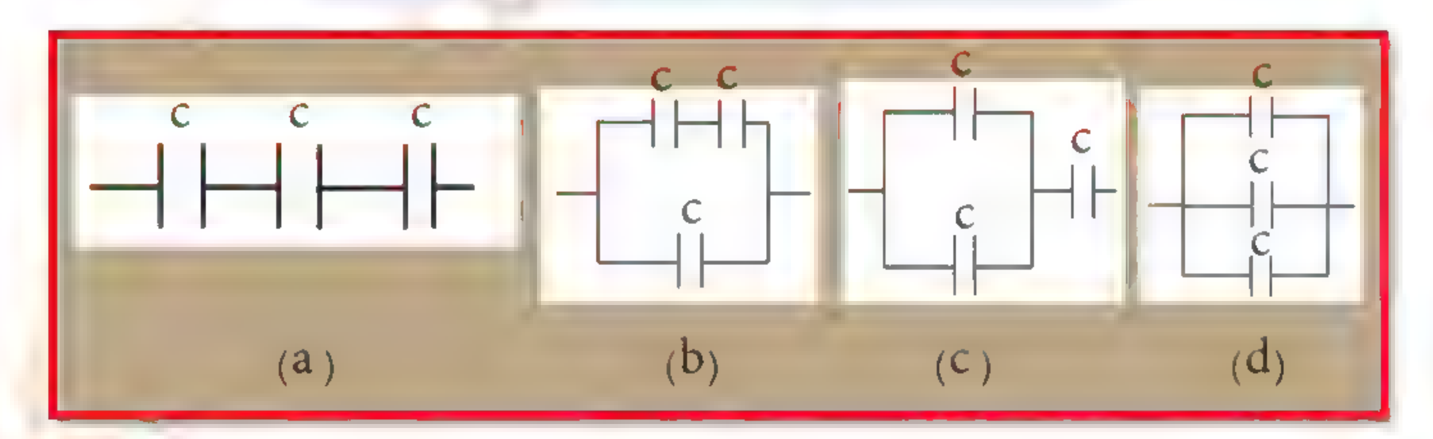
الشحنة المختزنة :

تقل الشحنة في المتسعة الاولى بسبب نقصان فرق الجهد ΔV_1 مع ثبوت C_1 وحسب العلاقة

$Q_1 = C_1 \times \Delta V_1$

****

س9 // في الشكل التالي ، المتسعات الثلاثة متماثلة سعة كل منها C ، رتب الاشكال الاربعة بالتسلسل من اكبر مقدار للسعة المكافئة للمجموعة الى اصغر مقدار :



الجواب // (d) > (b) > (c) > (a)

س10 //

(a) اذكر ثلاثة تطبيقات عملية للمتسعة ووضح الفائدة العملية من استعمال تلك المتسعة في كل تطبيق ؟

الجواب //

1- المتسعة الموضوعة في منظومة المصباح الومضي .
الفائدة العملية : تجهز المصباح بطاقة تطفي لتوهجه بصورة مفاجئة بضوء ساطع .

2- المتسعة الموضوعة في الاقطة الصوتية.
الفائدة العملية : تحول الذبذبات الميكانيكية الى ذبذبات كهربائية والتردد نفسة .

3- المتسعة الموضوعة في جهاز تحفيز وتنظيم حركة عضلات القلب .
الفائدة العملية : تفرغ طاقتها الكبيرة والمختزنة في جسم المريض بفترة زمنية قصيرة جداً (بطريقة الصدمة الكهربائية) تحفز قلبة وتعيد انتظام عمله .

(b) اذكر فائدتين عمليتين تتحققان من ادخال مادة عازلة كهربائية تملأ الحيز بين صفيحتي متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين بدلاً من الهواء ؟

الجواب //

الاولى : زيادة سعة المتسعة $C_k = kC$.
الثانية : منع الانهيار الكهربائي المبكر للعازل بين صفيحتيها عند تسليط فرق جهد كبير بين صفيحتيها

(c) ما العامل الذي يعتبر في المتسعة الموضوعة في لوحة المفاتيح في جهاز الحاسوب اثناء استعمالها ؟

الجواب //

يغير البعد بين الصفيحتين (عند الضغط على المفتاح يقل البعد) ، فتزداد بذلك سعة المتسعة ويتغير مقدار سعة المتسعة الموضوعة تحت ذلك المفتاح وعندها يحصل التعرف على الحرف المطلوب بتعيين الحرف المطلوب في اللوحة ؟

(d) ما مصدر الطاقة الكهربائية المجهزة للجهاز الطبي المستعمل لتوليد الصدمة الكهربائية لغرض تحفيز واعادة انتظام عمل المريض ؟

الجواب // الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة الموضوعة في الجهاز ؟

(e) ما تفسير الفيزيائي لكل من :
1- ازدياد مقدار السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوازي ؟
2- نقصان مقدار السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوالي ؟

الجواب //

1- بسبب ازدياد المساحة السطحية للمتسعة المكافئة للتوازي لان $C \alpha A$.
2- بسبب ازدياد البعد بين صفيحتي للمتسعة المكافئة للتوالي لان $C \alpha \frac{1}{d}$.

س11 // علل ما يأتي :

(a) المتسعة الموضوعة في دائرة التيار المستمر تعد مفتاح مفتوحاً ؟

الجواب //

لان المتسعة عندما تشحن بكامل شحنتها يكون جهد كل صفيحة منها مساويا لجهد القطب المتصل بالبطارية وهذا يعني ان فرق جهد البطارية يساوي فرق جهد المتسعة ΔV ، وهذا يجعل فرق الجهد بين طرفي المقاومة في الدائرة يساوي صفراً ، وعندئذ يكون التيار في الدائرة يساوي صفراً .

(b) يقل مقدار المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة عند ادخال مادة عازلة بين صفيحتيها ؟

الجواب //

بسبب تولد مجال كهربائي داخل العازل (E_d) يعاكس بالاتجاه المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة E فيكون المجال المحصل $E_k = E - E_d$ فيقل بنسبة ثابت العزل للمادة $E_k = \frac{E}{k}$

(c) تحدد مقدار اقصى فرق جهد كهربائي يمكن ان تعمل عنده المتسعة ؟

الجواب //

يحدد اقصى فرق جهد يمكن ان تعمل به المتسعة لمنع الانهيار الكهربائي المبكر للعازل بين صفيحتي نتيجة لعبور الشرارة الكهربائية خلاله فتتفرغ المتسعة من شحنتها وتتلف المتسعة عندئذ .

****

س12 // متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين الهواء عازل بين صفيحتيها ، شحنت بوساطة بطارية ثم فصلت عنها ، وعندما ادخل عازل كهربائي ثابت عزله $(k=2)$ بين صفيحتيها ، ماذا يحصل لكل من الكميات الاتية للمتسعة (مع ذكر السبب) :

(a) الشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها
(b) سعتها
(c) فرق الجهد بين صفيحتيها
(d) المجال الكهربائي بين صفيحتيها
(e) الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها

الجواب //

(a) الشحنة المختزنة تبقى ثابتة ، لان المتسعة مفصولة عن البطارية .

(b) سعتها تزداد الى الضعف ، وفق العلاقة : $C_k = kC = 2C$

(c) فرق الجهد بين الصفيحتين يقل الى نصف ما كان علية ، وفق العلاقة : $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k} = \frac{1}{2}\Delta V$

(d) يقل المجال الكهربائي الى نصف ما كان عليه ، وفق العلاقة : $E_k = \frac{E}{k} = \frac{1}{2}E$

(e) تقل الطاقة الى نصف ما كانت عليها وفق العلاقة :

$$\frac{PE_k}{PE} = \frac{\frac{1}{2} C_k \times (\Delta V_k)^2}{\frac{1}{2} C \times (\Delta V)^2} = \frac{\frac{1}{2} 2C \times \left(\frac{1}{2}\Delta V\right)^2}{\frac{1}{2} C \times (\Delta V)^2} = 2 \times \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$$

$$\therefore \; PE_k = \frac{1}{2} PE$$

****

س13 // متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين الهواء عازل بين صفيحتيها ، ربطت بين قطبي بطارية وعندما ادخل عازل كهربائي بين صفيحتيها ثابت عزله $(k = 6)$ والمتسعة ما زالت موصولة بالبطارية ، ماذا يحصل لكل من الكميات الاتية للمتسعة (مع ذكر السبب) :

(a) فرق الجهد بين صفيحتيها
(b) سعتها
(c) الشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها
(d) المجال الكهربائي بين صفيحتيها
(e) الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها

الجواب //

(a) فرق الجهد بين صفيحتيها يبقى ثابتا ويساوي فرق جهد البطارية (لان المتسعة مازالت متصلة بالمصدر)

(b) سعة المتسعة تزداد بمقدار 6 مرات وحسب نسبة ثابت العزل الكهربائي ، وفق العلاقة $C_k = kC = 6C$

(c) شحنة المتسعة تزداد بمقدار 6 مرات وحسب نسبة ثابت العزل الكهربائي ، وفق العلاقة $Q_k = kQ = 6Q$

(c) المجال الكهرباني يبقى ثابتا وذلك بثبوت كل من فرق الجهد الكهربائي ΔV والبعد بين الصفيحتين d وحسب العلاقة $E = \frac{\Delta V}{d}$

(e) تزداد الطاقة المختزنة بنسبة ثابت العزل الكهربائي بمقدار 6 مرات ، وفق العلاقة . $PE_k = kPE = 6PE$

العالم الفيزيائي : ستيفن هوكينغ

أنا مجرد طفل لا يمكن أن يكبر أبدًا، ولازلت استمر في طرح أسئلة "كيف" و" لماذا ". ومن حين لآخر، أجد الإجابة.

مســـائــل الفـصــل الاول



س1/



من المعلومات الموضحة في الدائرة في الشكل المجاور احسب :



(a) المقدار الاعظم لتيار الشحن ، لحظة اغلاق الدائرة .

(b) مقدار فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة بعد فترة من اغلاق المفتاح (بعد اكتمال عملية الشحن) .

(c) الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة .

(d) الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة .

$$(a)\quad I = \frac{V}{R} = \frac{12}{20} = 0.6\ A$$

$$(b)\quad \Delta V = 12\ Volt$$

$$(c)\quad Q = C \times \Delta V = 100 \times 12 = 1200\ \mu C$$

$$(d)\quad PE_{electric} = \frac{1}{2}\Delta V \times Q = \frac{1}{2} \times 12 \times 1200 \times 10^{-6} = 72 \times 10^{-4} J$$

****

س2/

متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها (4 μF) ربطت بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (20V) :

(1) ما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة .

(2) اذا فصلت المتسعة عن البطارية وادخل لوح عازل كهربائي بين صفيحتيها هبط فرق الجهد بين صفيحتيها الى (10V) فما مقدار ثابت العزل للوح العازل ؟ وما مقدار سعة المتسعة في حالة العازل بين صفيحتيها ؟

الجواب/

$$(1)\quad Q = C \times \Delta V = 4 \times 20 = 80\ \mu C$$

$$(2)\quad k = \frac{\Delta V}{\Delta V_K} = \frac{20}{10} = 2 \quad \Rightarrow \quad C_k = k.C = 2 \times 4 = 8\mu F$$

س3

متسعتان ($C_1 = 9\ \mu F\ , C_2 = 18\ \mu F$) من ذوات الصفائح المتوازية مربوطتان مع بعضهما على التوالي وربطت مجموعتهما مع نضيدة فرق الجهد الكهربائي بين قطبيها $(12V)$:

(a) احسب مقدار فر ق الجهد بين صفيحتي كل المتسعة والطاقة المختزنة فيها ؟

(b) ادخل لوح عازل كهربائي ثابت عزله (4) بين صفيحتي المتسعة C_1 (مع بقاء البطارية مربوطة بين طرفي المجموعة) فما مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها بعد ادخال العازل ؟

الجواب

$(a)\quad C_{eq} = \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{9} + \frac{1}{18} = \frac{2+1}{18} = \frac{3}{18} \Rightarrow C_{eq} = 6\mu F$

$Q_{tot} = C_{eq} \times \Delta V_{tot} = 6 \times 12 = 72\ \mu C$

بما ان المتسعتان مربوطتان على التوالي لذا فان $Q_1 = Q_2 = Q_{tot} = 72\ \mu C$

$\therefore \Delta V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{72}{9} = 8V \quad , \quad \Delta V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{72}{18} = 4V$

$PE_{(1)electric} = \frac{1}{2} Q \times \Delta V_1 = \frac{1}{2} \times 72 \times 10^{-6} \times 8 = 288 \times 10^{-6} Joul$

$PE_{(2)electric} = \frac{1}{2} Q \times \Delta V_2 = \frac{1}{2} \times 72 \times 10^{-6} \times 4 = 144 \times 10^{-6} Joul$

$(b)\quad C_{1k} = k\, C_1 = 4 \times 9 = 36\ \mu F$

$\frac{1}{C_{eqk}} = \frac{1}{C_{1k}} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{36} + \frac{1}{18} = \frac{1+2}{36} = \frac{3}{36} \Rightarrow C_{eqk} = \frac{36}{3} = 12\ \mu F$

بما ان المتسعتان متصلتان بالبطارية لذا فان فرق الجهد يبقى ثابتا $\Delta V_{TK} = \Delta V_T = 12\ Volt$

$Q_{totk} = C_{eqk} \times \Delta V_{totk} = 12 \times 12 = 144\ \mu C = Q_1 = Q_2$

$\therefore \Delta V_{1k} = \frac{Q}{C_{1k}} = \frac{144}{36} = 4V \quad , \quad \Delta V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{144}{18} = 8V$

$PE_{(1)electric} = \frac{1}{2} Q \times \Delta V_1 = \frac{1}{2} \times 144 \times 10^{-6} \times 4 = 288 \times 10^{-6} Joul$

$PE_{(2)electric} = \frac{1}{2} Q \times \Delta V_2 = \frac{1}{2} \times 144 \times 10^{-6} \times 8 = 576 \times 10^{-6} Joul$

س4

متسعتان من ذوات الصفحتين المتوازيتين $(C_1 = 16\ \mu F, C_2 = 24\ \mu F)$ مربوطتان مع بعضهما على التوازي و مجموعتهما ربطت بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(48V)$ ، ادخل لوح من مادة ثابت عزلها (k) بين صفيحتي المتسعة الاولى ومازالت المجموعة متصلة بالبطارية فكانت الشحنة الكلية للمجموعة $(3456\mu C)$ ما مقدار :

(a) ثابت العزل k

(b) الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة قبل وبعد ادخال المادة العازلة ؟

الجواب

بعد ادخال العازل ، ولان المجموعة متصلة بالبطارية ، فان فرق الجهد يبقى ثابتاً لذا :

$$(a)\quad C_{eq} = \frac{Q_{tot}}{\Delta V_{tot}} = \frac{3456}{48} = 72\mu F$$

$$C_{eq} = C_{1k} + C_2 \quad \Rightarrow 72 = C_{1k} + 24 \quad \Rightarrow C_{1k} = 72 - 24 = 48\mu F$$

$$\therefore k = \frac{C_{1k}}{C_1} = \frac{48}{16} = 3$$

قبل ادخال العازل

$$(b)\quad Q_1 = C_1 \times \Delta V = 16 \times 48 = 768\mu F$$

$$Q_2 = C_2 \times \Delta V = 24 \times 48 = 1152\mu F$$

بعد ادخال العزل

$$Q_1 = C_1 \times \Delta V = 48 \times 48 = 2304\mu F$$

$$Q_2 = C_2 \times \Delta V = 24 \times 48 = 1152\mu F$$

س5

متسعتان من ذوات الصفحتين المتوازيتين $(C_1 = 4\ \mu F, C_2 = 8\ \mu F)$ مربوطتان مع بعضهما على التوازي ، فاذا شحنت مجموعتهما بشحنة كلية $(600\mu C)$ بوساطة مصدر للفولتية المستمرة ثم فصلت عنه :

(a) احسب لكل متسعة مقدار الشحنة المختزنة والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها ؟

(b) ادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (2) بين صفيحتي المتسعة الثانية ، فما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة وفرق الجهد والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة بعد ادخال العازل ؟



الجواب

$$(a)\quad C_{eq} = C_1 + C_2 = 4 + 8 = 12\mu F$$

لان الربط توازي

$$\Delta V = \frac{Q_T}{C_{eq}} = \frac{600}{12} = 50V = \Delta V_1 = \Delta V_2$$

$Q_1 = C_1 \times \Delta V = 4 \times 50 = 200\mu C$

$Q_2 = C_2 \times \Delta V = 8 \times 50 = 400\mu C$

$PE_{(1)electric} = \frac{1}{2} Q_1 \times \Delta V = \frac{1}{2} \times 200 \times 10^{-6} \times 50 = 50 \times 10^{-3} Joul$

$PE_{(2)electric} = \frac{1}{2} Q_2 \times \Delta V = \frac{1}{2} \times 400 \times 10^{-6} \times 50 = 10^{-2} Joul$

(b) $C_{2K} = k\, C_2 = 2 \times 8 = 16\mu F$

$C_{eq} = C_1 + C_{2K} = 4 + 16 = 20\mu F$ من خواص ربط التوازي

بما ان المجموعة فصلت عن المصدر ، لذا فان فالشحنة الكلية تبقى ثابتة : $Q_{TK} = Q_T = 600\ Volt$

$\Delta V_{Tk} = \frac{Q_{totk}}{C_{eqk}} = \frac{600}{20} = 30V = \Delta V_1 = \Delta V_2$ لان الربط توازي

$Q_1 = C_1 \times \Delta V = 4 \times 30 = 120\mu C$

$Q_{2k} = C_{2K} \times \Delta V = 16 \times 30 = 480\mu C$

$PE_{(1)electric} = \frac{1}{2} Q_1 \times \Delta V = \frac{1}{2} \times 120 \times 10^{-6} \times 30 = 18 \times 10^{-3} Joul$

$PE_{(2k)electric} = \frac{1}{2} Q_2 \times \Delta V = \frac{1}{2} \times 480 \times 10^{-6} \times 30 = 72 \times 10^{-2} Joul$

س6

لديك ثلاث متسعات سعاتها $(C_1 = 6\ \mu F, C_2 = 9\ \mu F\ ,\ C_3 = 18\ \mu F)$ ومصدر للفولتية المستمرة فرق الجهد بين قطبية $(6\ V)$ ، وضح مع الرسم مخطط للدائرة الكهربائية كيفية ربط المتسعات الثلاث مع بعضها للحصول على :

(a) اكبر مقدار للسعة المكافئة ، وما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة ومقدار الشحنة المختزنة في المجموعة ؟

(b) اصغر مقدار للسعة المكافئة ، وما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة ومقدار الشحنة المختزنة في المجموعة ؟

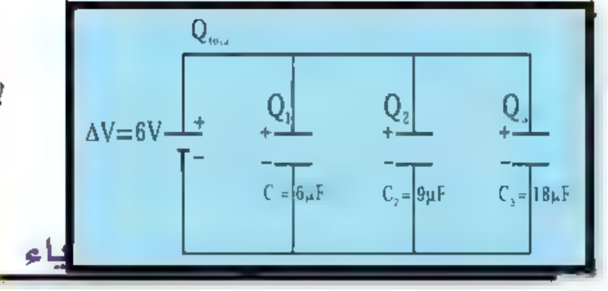
الجواب

(a) اكبر مقدار للسعة المكافئة تكون عند ربط المتسعات على التوازي لذا

$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 = 6 + 9 + 18 = 33\mu F$

$\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3 = \Delta V_{tot} = 6V$ لان الربط توازي

$Q_1 = C_1 \times \Delta V = 6 \times 6 = 36\mu C$



$Q_2 = C_2 \times \Delta V = 9 \times 6 = 54\mu C$

$Q_3 = C_3 \times \Delta V = 18 \times 6 = 108\mu C$

$Q_{total} = C_{eq} \times \Delta V = 33 \times 6 = 198\mu C$

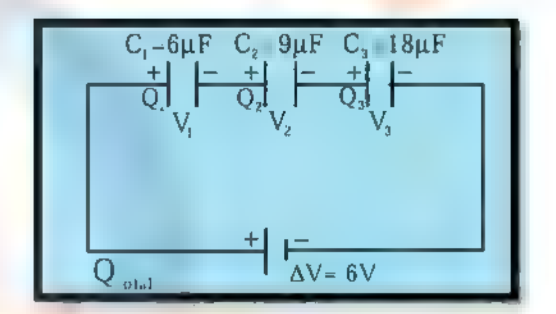
(b) اصغر مقدار للسعة المكافئة تكون عند ربط المتسعات على التوالي لذا

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{3+2+1}{18} = \frac{6}{18} = \frac{1}{3} \quad \Rightarrow \quad C_{eq} = 3\ \mu F$$

$Q_{total} = C_{eq} \times \Delta V = 3 \times 6 = 18\mu C$

او من خواص ربط التوالي $Q_{total} = Q_1 = Q_2 = Q_3 = 18\mu C$



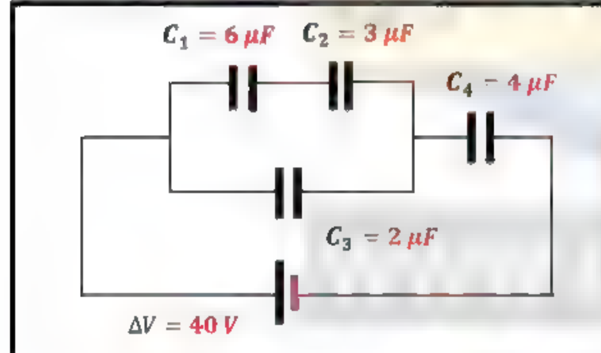
س7

اربع متسعات ربطت مع بعضها كما في الشكل ، احسب مقدار:

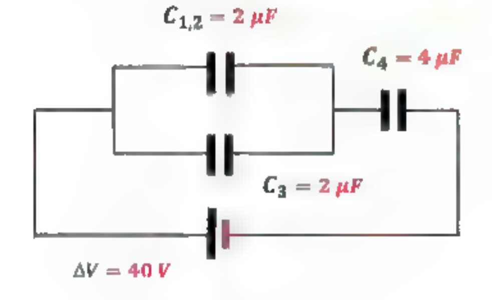
(1) السعة المكافئة للمجموعة ؟

(2) الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي C_1, C_2, C_3 .

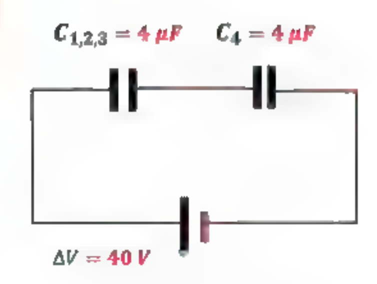
(3) الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة C_4 .



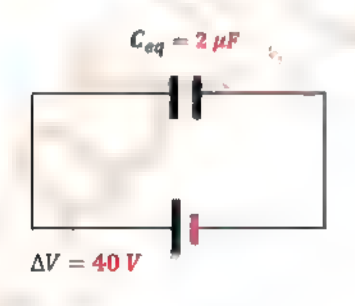
الجواب



الشكل رقم 1



الشكل رقم 2



الشكل رقم 3

ملاحظة :

في حل مسائل الربط المختلط (المشترك) نقوم باختزال الرسم الى اشكال جديدة الى ان نصل متسعة واحدة مربوطة مع المصدر ، ولإيجاد المطالب في السؤال فأننا ننتقل بالأشكال من (اخر شكل الى اول شكل) وكما مبين في السؤال .




(a) السعة المكافئة للمجموعة :

حسب الشكل رقم (1) المتسعتان (C_1 , C_2) مربوطتان على التوالي نختزلهما الى متسعة واحدة هي ($C_{1,2}$) وكما يأتي :

$$\frac{1}{C_{1,2}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1+2}{6} = \frac{3}{6} \quad \Rightarrow \quad C_{eqk} = \frac{6}{3} = 2\ \mu F$$

حسب الشكل رقم (2) المتسعتان ($C_{1,2}$, C_3) مربوطتان على التوازي نختزلهما الى متسعة واحدة هي ($C_{1,2,3}$) وكما يأتي :

$$C_{1,2,3} = C_{1,2} + C_3 = 2 + 2 = 4\ \mu F$$

حسب الشكل رقم (3) المتسعتان ($C_{1,2,3}$, C_4) مربوطتان على التوالي نختزلهما الى متسعة واحدة هي (C_{eq}) وكما يأتي :

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_{1,2,3}} + \frac{1}{C_4} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1+1}{4} = \frac{2}{4} \quad \Rightarrow \quad C_{eqk} = \frac{4}{2} = 2\ \mu F$$

(b) الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة :

بالرجوع الى الشكل رقم (3) لحساب الشحنة الكلية : $Q_{total} = C_{eq} \times \Delta V_{total} = 2 \times 40 = 80\ \mu C$

ومن الشكل رقم (2) نلاحظ الربط على التوالي بين (C_4) و ($C_{1,2,3}$) : $Q_{total} = Q_4 = Q_{1,2,3} = 80\ \mu C$

ولحساب فرق الجهد على طرفي كل من (C_4) و ($C_{1,2,3}$) :

$$\Delta V_4 = \frac{Q4}{C4} = \frac{80}{4} = 20\ Volt$$

$$\Delta V_{1,2,3} = \frac{Q_{1,2,3}}{C_{1,2,3}} = \frac{80}{4} = 20\ Volt$$

وبالرجوع الى الشكل رقم (1) نلاحظ الربط على التوازي بين (C_3) و ($C_{1,2}$) حيث فرق جهد مجموعتهما هو (20 Volt)

وبما ان لدينا كل من فرق جهد وسعة كل واحدة يمكننا ايجاد شحنتهما وكما يلي :

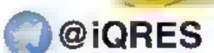
$$\Delta V_{1,2} = \Delta V_3 = \Delta V_{1,2,3} = 20\ \mu C$$

$$Q_{1,2} = C_{1,2} \times \Delta V_{1,2} = 2 \times 20 = 40\ \mu C = Q_1 = Q_2$$

$$Q_3 = C_3 \times \Delta V_3 = 2 \times 20 = 40\ \mu C$$

(c) الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة (C_4) :

$$PE_4 = \frac{1}{2} C_4 \times \Delta V_4 = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-6} \times (20)^2 = 2 \times 10^{-6} \times 400 = 800 \times 10^{-6} Joul$$

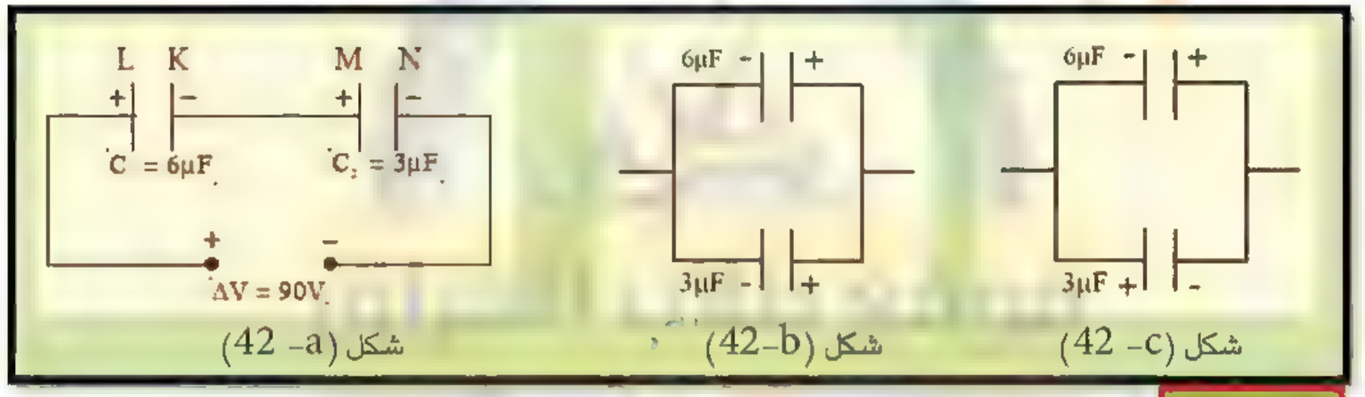
س8 /

متسعتان ($4\ \mu F$, $12\ \mu F$) ربطتا على التوالي مع بعضهما ثم ربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (90V) كما في الشكل (42-a) ، فاذا فصلت المتسعتان عن بعضهما وعن البطارية دون حدوث ضياع بالطاقة واعيد ربطهما مع بعض .

اولا : كما في الشكل (42-b) بعد ربط الصفائح المتماثلة في الشحنة مع بعضهما .

ثانيا : كما في الشكل (42-c) بعد ربط الصفائح المختلفة في الشحنة مع بعضهما .

فما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة في الشكلين (42-b) و (42-c) .



شكل (42-a) شكل (42-b) شكل (42-c)

الجواب /

اولاً : من الشكل (42-a) نحسب السعة المكافئة حيث الربط توالي :

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1+2}{6} = \frac{3}{6} \Rightarrow C_{eqk} = \frac{6}{3} = 2\ \mu F$$

$$Q_{total} = C_{eq} \times \Delta V_{total} = 2 \times 90 = 180\mu C = Q_1 = Q_2$$ لان الربط على التوالي

عند ربط الصفائح المتماثلة مع بعض (نجمع شحنة المتسعة الاولى مع شحنة المتسعة الثانية) كما في الشكل (42-a) :

$$Q_{total} = Q_1 + Q_2 = 180 + 180 = 360\mu C$$ تم جمع الشحنتين لان ربطت الصائح المتماثلة مع بعضها

$$C_{eq} = C_1 + C_2 = 6 + 3 = 9\ \mu F$$ لان الربط التوازي

$$\Delta V_T = \frac{Q_{total}}{C_{eq}} = \frac{360}{9} = 40\ Volt = \Delta V_1 = \Delta V_2$$ لان الربط توازي

$$Q_1 = C_1 \times \Delta V = 6 \times 40 = 240\ \mu C \quad , \quad Q_2 = C_2 \times \Delta V = 3 \times 40 = 120\ \mu C$$

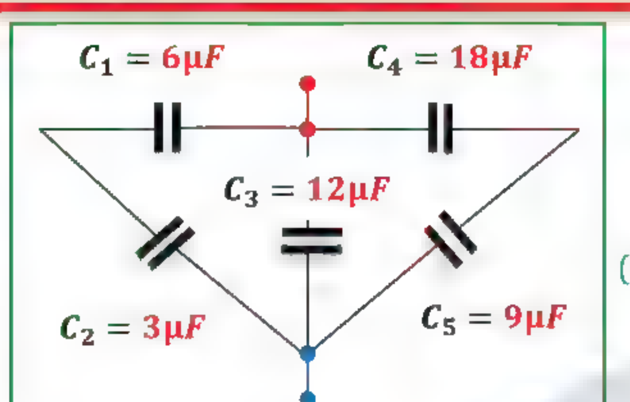
ثانياً : من الشكل (42-c) :

عند ربط الصفائح المختلفة مع بعض (تطرح شحنتي المتسعتين للحصول على الشحنة الكلية) :

$$Q_{total} = (+Q_1) + (-Q_2) = +180 - 180 = 0$$

لان ربط القطب الموجب من المتسعة الاولى بالقطب السالب للمتسعة الثانية سوف يحدث تفريغ كهربائي وفقدان الشحنة المختزنة التي سبق خزنها في المتسعة .

س9



في الشكل المجاور:

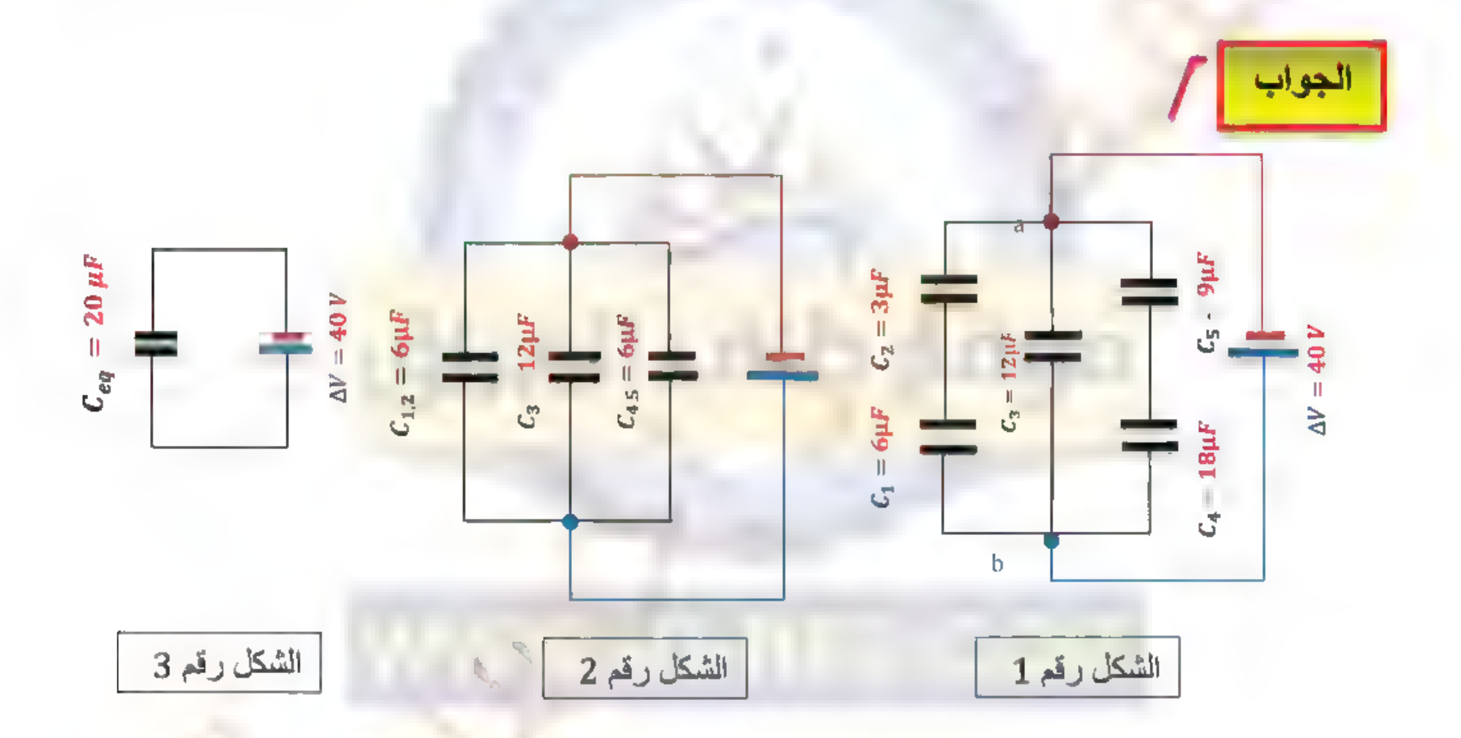
(1) احسب مقدار السعة المكافئة للمجموعة ؟

(2) اذا سلط جهد كهربائي مستمر (20 V) بين النقطتين (a)

و (b) فما مقدار الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة ؟

(3) ما مقدار الشحنة المختزنة في كل متسعة ؟

الجواب



(1) السعة المكافئة للمجموعة :

حسب الشكل رقم (1) المتسعتان (C_1 , C_2) مربوطتان على التوالي نختزلهما الى متسعة واحدة هي ($C_{1,2}$) وكما يأتي :

$$\frac{1}{C_{1,2}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1+2}{6} = \frac{3}{6} \qquad \Rightarrow \quad C_{eqk} = \frac{6}{3} = 2\ \mu F$$

وحسب الشكل رقم (1) المتسعتان (C_4 , C_5) مربوطتان على التوالي نختزلهما الى متسعة واحدة هي ($C_{4,5}$) وكما يأتي :

$$\frac{1}{C_{4,5}} = \frac{1}{C_4} + \frac{1}{C_5} = \frac{1}{18} + \frac{1}{9} = \frac{1+2}{18} = \frac{3}{18} \qquad \Rightarrow \quad C_{eqk} = \frac{18}{3} = 6\ \mu F$$

حسب الشكل رقم (2) المتسعتان ($C_{1,2}$, C_3 , $C_{4,5}$) مربوطتان على التوازي نختزلهما الى متسعة واحدة هي (C_{eq}) وكما يأتي :

السعة المكافئة للمجموعة

$$C_{eq} = C_{1,2} + C_3 + C_{4,5} = 2 + 6 + 12 = 20\ \mu F$$

(b) الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة :

بالرجوع الى الشكل رقم (3) لحساب الشحنة الكلية : $Q_{total} = C_{eq} \times \Delta V_{total} = 20 \times 20 = 400\ \mu C$

ومن الشكل رقم (2) نلاحظ الربط على التوازي : $\Delta V_T = \Delta V_{1,2} = \Delta V_3 = \Delta V_{4,5} = \Delta V = 20\ \mu C$

(b) مقدار الشحنة المختزنة في كل متسعة :

ولان C_1 و C_2 مربوطتان على التوالي $Q_{1,2} = C_{1,2} \times \Delta V = 2 \times 20 = 40\ \mu C = Q_1 = Q_2$

ولان C_4 و C_5 مربوطتان على التوالي $Q_{1,2} = C_{1,2} \times \Delta V = 6 \times 20 = 120\ \mu C = Q_4 = Q_5$

$$Q_3 = C_3 \times \Delta V = 12 \times 20 = 240\ \mu C$$

اسئلة الفصل الاول الوزارية

س/ وزاري2013-دور1 / ماذا يحصل للطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي متسعة ذات سعة ثابتة عند مضاعفة مقدار فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة .

س/ وزاري2013-دور1 / اذكر فائدتين عمليتين تتحققان من ادخال المادة العازلة كهربائيا تملأ الحيز بين صفيحتي متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين بدلا من الهواء ؟

س/ وزاري2013-دور2 / علل : يحدد مقدار اقصى فرق جهد كهربائي يمكن ان تعمل عنده المتسعة ؟

س/ وزاري2013-دور2 / ارسم مخطط لدائرة كهربائية مع التأشير توضح فيها عملية شحن وتفريغ المتسعة ؟

س/ وزاري2014-دور1 / ما الفائدة العملية من وجود المتسعة في اللاقطة الصوتية وفي منظومة المصباح الومضي ؟

س وزاري2014-دور1 / ماذا يحصل لمقدار المجال الكهربائي والشحنة المختزنة بين صفيحتي متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين مربوطة على طرفي بطارية ابعدت الصفيحتان عن بعضهما قليلا مع بقائها موصولة بالبطارية ؟

س وزاري2014-دور1 نازحين/ في أي نوع من انواع العوازل الكهربائية تظهر شحنات سطحية على وجهيها ؟ ذاكراً العلاقة الرياضية للمجال الكهربائي المتولد من هذه الشحنات ؟

س/ وزاري2014-دور2 , اذكر ثلاث تطبيقات عملية للمتسعة ؟ ثم وضح الفائدة من استعمال تلك المتسعة في كل تطبيق ؟

س/ وزاري2014-دور2 متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين الهواء عازل بين صفيحتيها ربطت بين قطبي بطارية . ادخل عازل كهربائي بين صفيحتيها ثابت عزله (4) والمتسعة مازالت موصولة بالبطارية ، ماذا يحصل لكل من الكميات الاتية للمتسعة مع ذكر السبب ؟ 1- فرق الجهد بين صفيحتيها 2- سعتها

س/ وزاري2014-دور2 اختر الاجابة الصحيحة . متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها (40μF) الهواء يملأ الحيز بين صفيحتيها ، اذا ادخلت مادة عازله بين صفيحتيها ازدادت سعتها بمقدار (70μF) فان ثابت عزل تلك المادة تساوي [1.4 ، 0.71 ، **2.75** ، 2.2] .

س وزاري2014-دور2 / عند مضاعفة مقدار فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتي متسعة ذات سعة ثابتة ، وضح ماذا يحصل لمقدار الشحنة المختزنة Q في أي من صفيحتيها ؟

س وزاري2015-دور1 اشرح نشاط يوضح كيفية شحن المتسعة مع رسم الدائرة الكهربائية اللازمة لأجراء هذا النشاط ؟

س وزاري2015-دور2 ما تأثير المجال الكهربائي المنتظم في المواد العازلة غير القطبية الموضوعة بين صفيحتي متسعة مشحونة ؟

س وزاري2015-دور2 علل : المتسعة الموضوعة في دائرة التيار المتناوب تعد مفتاحاً مفتوحاً ؟

س وزاري2015-دور2 نازحين علل : يقل مقدار المجال الكهربائي بين صفيحتي متسعة مشحونة عند ادخال مادة عازلة بين صفيحتيها ؟

س/ وزاري2016-دور1 / مم تتألف المتسعة الالكتروليتية ؟ وبماذا تمتاز ؟

س/ وزاري2016-دور2 / علل : نقصان مقدار السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوالي ؟

س وزاري2016-دور2 نازحين علل . ازدياد السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوازي ؟

س وزاري2016-دور3 اشرح نشاط يبين تاثير ادخال العازل الكهربائي بين صفيحتي متسعة مشحونة ومفصولة عن البطارية في مقدار فرق الجهد الكهربائي بينهما (تجربة فراداي) ، وما تأثيره في سعة المتسعة ؟

س/ وزاري2017-دور1 /

1- ما المقصود ب (قوة العزل الكهربائي لمادة) .
2- المتسعة الموضوعة في اللاقطة الصوتية . مم تتألف ؟
3- علل : ازدياد مقدار السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوازي ؟

س/ وزاري2017- دور1 للخارج/

1- اختر الاجابة الصحيحة : متسعة مقدار سعتها (60μF) لكي تخزن طاقة في مجالها الكهربائي مقدارها (4.8J) يتطلب ربطها بمصدر فرق جهده مستمر ، يساوي [250V ، **400V** ، 350V ، 600V] .
2- ما الفرق بين العوازل القطبية والعوازل غير القطبية ؟
3- هل يمكن ، مع التوضيح : ان نستعمل الموصل الكروي المنفرد المعزول لتخزين الشحنات الكهربائية ؟

س/ وزاري2017-دور 1 / يلاحظ على كل متسعة كتابة تحدد مقدار اقصى فرق جهد كهربائي تعمل فيه المتسعة ، فهل ترى ذلك ضرورياً ؟ وضح ذلك ؟

س/ وزاري2017-دور 2 /

1- ما الفرق بين العوازل القطبية والعوازل غير القطبية ؟
2- علل : يحدد اقصى فرق جهد كهربائي يمكن ان تعمل عنده المتسعة ؟

س/ وزاري2017-دور 3 / ما مصدر الطاقة الكهربائية المجهزة للجهاز الطبي (The defibrillator) المستعمل لتوليد الصدمة الكهربائية لغرض تحفيز واعادة انتظام عمل قلب المريض ؟

مسائل وزارية وواجبات الفصل الاول

س/ وزاري2013-دور1 الخارج/ متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين $(C_1 = 26\ \mu F, C_2 = 18\ \mu F)$ مربوطتان مع بعضهما على التوازي و مجموعتهما ربطت بين قطبي بطارية فرق جهد بين قطبيها (50V) اذا ادخل لوح من مادة ثابت عزلها (k) بين صفيحتي المتسعة الاولى ومازالت المجموعة متصلة بالبطارية فكانت الشحنة الكلية للمجموعة (3500μC) ما مقدار : (1) ثابت العزل k . (2) الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة قبل وبعد ادخال المادة العازلة ؟

الجواب // $(K = 2 \quad , \quad Q_{1k} = 2600\ \mu C \quad , \quad Q_2 = 900\ \mu C\ )$

س/ وزاري2013-دور2 / متسعتان من ذوات الصفحتين المتوازيتين $(C_1 = 12\ \mu F, C_2 = 6\ \mu F)$ مربوطتان مع بعضهما على التوازي ، فاذا شحنت مجموعتهما بشحنة كلية (180μC) بوساطة مصدر للفولتية المستمرة ثم فصلت عنه :
(1) احسب لكل متسعة مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها؟
(2) ادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (4) بين صفيحتي المتسعة الثانية ، فما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة وفرق الجهد والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة بعد ادخال العازل ؟

الجواب // $(Q_1 = 120\ \mu C\ ,\ Q_2 = 60\ \mu C\ ,\ PE_1 = 6 \times 10^{-4}\ J\ ,\ PE_2 = 3 \times 10^{-4}\ J\ ,$
$Q_1 = 60\ \mu C\ ,\ Q_{2k} = 120\ \mu C\ ,\ PE_1 = 15 \times 10^{-5}\ J\ ,\ PE_{2k} = 3 \times 10^{-4}\ J\ )$

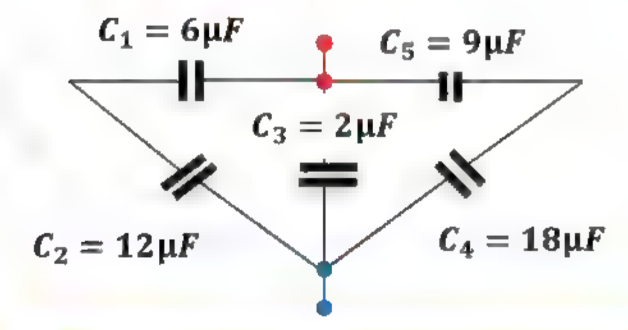
س/ وزاري2013-دور3 / دائرة كهربائية متوالية الربط تحتوي مصباح مقاومته $(r = 5\ \Omega)$ ومقاومة مقدارها $(R = 10\ \Omega)$ وبطارية مقدار فرق الجهد بين قطبيها $(\Delta V = 12V)$ ، ربطت في الدائرة متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها $(3\ \mu F)$. ما مقدار الشحنة المختزنة في أي من الصفيحتي المتسعة والطاقة الكهربائية المختزنة في مجالها الكهربائي لو ربطت المتسعة على التوازي مع المصباح

الجواب // $(Q = 12\ \mu C\ ,\quad PE = 24 \times 10^{-6}\ J)$

س/ وزاري2013-دور1 الخارج/ متسعتان من ذوات الصفحتين المتوازيتين $(C_1 = 4\ \mu F, C_2 = 8\ \mu F)$ مربوطتان مع بعضهما على التوازي فاذا شحنت مجموعتهما بشحنة كلية (600μC) بوساطة مصدر للفولتية المستمرة ثم فصلت عنه :
(1) احسب الشحنة المختزنة على أي من صفيحتي كل متسعة (2) ادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (k) بين صفيحتي المتسعة الثانية ، فأصبحت شحنتها (480μC) ، فما مقدار ثابت العزل k .

س/ وزاري2014- دور2 / من الشكل المجاور :

1- احسب مقدار السعة المكافئة للمجموعة .
2- اذا سلط فرق جهد مستمر (24 V) بين النقطتين (a,b) فما مقدار الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة .



الجواب // $(C_{eq} = 12\ \mu F \quad , \quad Q_T = 288\ \mu C\ )$

س/ وزاري2014-دور3 / من الشكل المجاور : حيث أن مقادير $(C_1 = 18\,\mu F, C_2 = 30\,\mu F, C_2 = 20\,\mu F)$
احسب مقدار

1- السعة المكافئة للمجموعة .
2- الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة .
3- فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة C_1.

$\Delta V = 12\,V$ ، C_1 ، C_2 ، C_3

الجواب // $(C_{eq} = 30\,\mu F \;,\; Q_T = 360\,\mu C \;,\; \Delta V = 7.2\,V)$

س/ وزاري2015-دور2 النازحين/ متسعة سعتها $(15\,\mu F)$ مشحونة بفرق جهد $(300V)$ ربطت على التوازي مع متسعة اخرى غير مشحونة فاصبح فرق الجهد على طرفي المجموعة $(100V)$ ، احسب : 1- سعة المتسعة الثانية. 2- شحنة كل متسعة بعد الربط . 3- اذا وضع بين صفيحتي المتسعة الاولى مادة عازله اصبح فرق جهد المجموعة $(75V)$ جد ثابت عزل تلك المادة ؟

الجواب // $(C_2 = 30\,\mu F \;,\; Q_1 = 1500\,\mu C \;,\; Q_2 = 3000\,\mu C \;,\; K = 2)$

س/ وزاري2016- تمهيدي / متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها $(8\,\mu F)$ ربطت بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(10\,V)$: (1) ما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة ؟ (2) اذا فصلت المتسعة عن البطارية وادخل لوح عازل كهربائي ثابت العزل له يساوي (2) جد مقدار فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة ومقدار سعة المتسعة في حالة العازل بين صفيحتيها ؟

الجواب // $(Q = 80\,\mu C \;,\; \Delta V_K = 5\,V \;,\; C_K = 16\,\mu F)$

س/ وزاري2016-دور1 / متسعتان من ذوات الصفحتين المتوازيتين $(C_1 = 120\,\mu F, C_2 = 30\,\mu F)$ مربوطتان مع بعضهما على التوازي و مجموعتهما ربطت بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها فرق الجهد $(20V)$ ، فاذا فصلت المجموعة عن البطارية وادخل لوح من مادة ثابت عزلها (2) بين صفيحتي المتسعة الثانية، احسب مقدار فرق الجهد والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة بعد ادخال العازل ؟

الجواب // $(\Delta V_1 = 4\,V \;,\; \Delta V_{2k} = 8\,V \;,\; PE_1 = 960 \times 10^{-6}\,J \;, PE_{2k} = 192 \times 10^{-6}\,J)$

س/ وزاري2016-دور1 نازحين/ متسعتان $(C_1 = 8\,\mu F, C_2 = 12\,\mu F)$ مربوطتان مع بعضهما على التوازي ، فاذا شحنت مجموعتهما بشحنة كلية $(640\mu C)$ بوساطة مصدر للفولتية المستمرة ثم فصلت عنه وادخل لوح من مادة عازلة كهربائية ثابت عزلها (2) بين صفيحتي المتسعة الاولى ، جد مقدار الشحنة المختزنة بين صفيحتي كل متسعة وفرق الجهد كل متسعة قبل وبعد ادخال العازل؟

الجواب // $(\Delta V_1 = \Delta V_2 = 32\,V \;,\; Q_1 = 256\,\mu C \;,\; Q_2 = 384\,\mu C)$
$\Delta V_{1k} = \Delta V_2 = 22.8\,V \;,\; Q_{1k} = 365.7\,\mu C \;,\; Q_2 = 274.3\,\mu C$

س/ وزاري2017-دور1 / دائرة كهربائية متوالية الربط تحتوي مصباح كهربائي مقاومته $(r = 20\Omega)$ ومقاومة مقدارها $(R = 20\Omega)$ وبطارية مقدار فرق الجهد بين قطبيها $(12V)$ ربطت في الدائرة متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين على التوالي مع المصباح فكان مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة $(20\mu C)$ ، جد مقدار : (1) سعة المتسعة . (2) الطاقة الكهربائية المختزنة في مجالها الكهربائي .

الجواب // $(C = \frac{5}{3}\,\mu F \;,\; PE_1 = 120 \times 10^{-6}\,J)$

واجب / ربطت متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين $(C_1 = 26\ \mu F , C_2 = 18\ \mu F)$ على التوازي الى مصدر مستمر فرق جهده (100V) فصلت المتسعتان عن المصدر واذا ادخل لوح من مادة ثابت عزلها (k) بين صفيحتي المتسعة الثانية فأصبحت الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة الاولى (100μC) ما مقدار :
(1) ثابت العزل k (2) الطاقة المختزنة بين صفيحتي المتسعة الثانية قبل وبعد ادخال المادة العازلة ؟

وزاري2017- دور2 للموصل / متسعتان $(C_1 = 4\ \mu F , C_2 = 12\ \mu F)$ ربطتا على التوالي مع بعضهما ثم ربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (80V) ، فاذا فصلت المتسعتان عن بعضهما وعن البطارية دون حدوث ضياع بالطاقة واعيد ربطهما على التوازي بحيث ان الصفائح المتماثلة في الشحنة مربوطة مع بعضها ، فما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة بعد اعادة الربط ؟

المثل يقول :

لا تعطني السمك وانما علمني كيف أصطاده.

هادي المدرسي :

- **إذا فاتك قطار النجاح فلا تغادر المحطة**

فأن القطار لا يأتي الى باب دارك

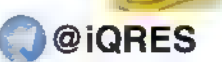
حكمت عبد الحسين العمري

بيدك تحدد مستقبلك ومن السادس العلمي يبدأ الاختيار

ومنه يمكن ان تصبح اسما ومنه قد لاحد يذكر اسمك.

فحدد من تكون ؟






الفصل الثاني / الحث الكهرومغناطيسي
Electromagnetic Induction

س // اين يستعمل المغناطيس الكهربائي ؟

الجواب //

1- يستعمل في رفع قطع الحديد الثقيلة .

2- يستعمل في معظم الاجهزة الكهربائية مثل ((المولد ، المحرك ، مولدة الصوت ، المسجل الصوتي والصوري ، القيثارة ، الحاسوب ، الرنين المغناطيسي ، تيسير القطارات فائقة السرعة)) .

س // اين تتولد المجال المغناطيسية

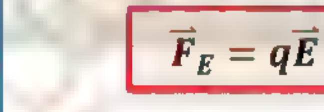
الجواب // 1- يتولد حول الشحنات الكهربائية المتحركة . 2- يتولد حول المغانط الدائمة .

تأثير كل من المجالين الكهربائي والمغناطيسي في الجسيمات المشحونة المتحركة خلاله

اولاً : تأثير المجال الكهربائي على جسيم مشحون ومتحرك :

اذا تحرك جسيم مشحون بشحنة موجبة ($+q$) باتجاه عمودي على خطوط مجال كهربائي ($\vec{E}$) منتظم ، فأن هذا الجسيم سيتأثر بقوة كهربائية ($\vec{F}_E$) بمستوٍ موازٍ لخطوط المجال الكهربائي كما مبين في الشكل .

تعطى القوة الكهربائية بالعلاقة الاتية :



$$\vec{F}_E = q\vec{E}$$

حيث ان : $\vec{F}_E$ تمثل القوة الكهربائية وتقاس بوحدة النيوتن (N) .

q تمثل شحنة الجسيم وتقاس بوحدة الكولوم (C) .

$\vec{E}$ يمثل المجال الكهربائي ويقاس بوحدة نيوتن / كولوم (N / C) .

ثانياً : تأثير المجال المغناطيسي على جسيم مشحون ومتحرك :

اذا تحرك جسيم مشحون بشحنة موجبة ($+q$) باتجاه عمودي على خطوط مجال مغناطيسي منتظم فيضه ($\vec{B}$) ، فأن هذا الجسيم سيتأثر بقوة مغناطيسية ($\vec{F}_B$) بمستوٍ عمودي على ذلك الفيض وسينحرف الجسيم عن مساره الاصلي ويتخذ مساراً دائرياً وذلك لكون القوة المغناطيسية تؤثر باتجاه عمودي على متجه السرعة ($\vec{v}$) كما مبين في الشكل .

تعطى القوة المغناطيسية بالعلاقة الاتية : مقداراً

$$F_B = qvB\sin\theta$$

تعطى القوة المغناطيسية بالعلاقة الاتية : اتجاهاً

$$\vec{F}_B = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

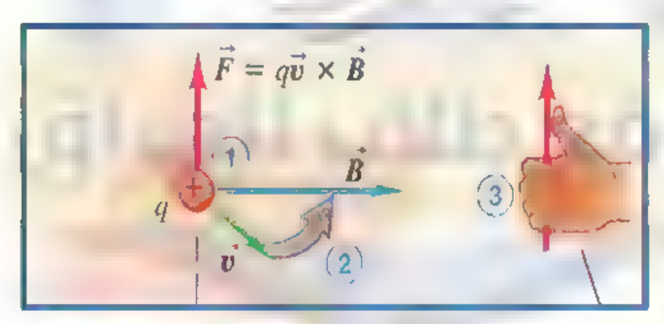


حيث ان : $\vec{F}_B$: تمثل القوة مغناطيسية وتقاس بوحدة النيوتن (N) .
$\vec{v}$: تمثل سرعة الجسيم وتقاس بوحدة متر/ثانية (m/sec) .
θ : تمثل الزاوية بين متجه السرعة $\vec{v}$ ومتجه كثافة الفيض المغناطيسي $\vec{B}$
$\vec{B}$: تمثل كثافة الفيض المغناطيسي او شدة المجال المغناطيسي ويقاس بوحدة تسلا (T) او الكاوس (G) وان ($G = 10^{-4}\ T$) وفي النظام الدولي للوحدات تمثل ($T = \frac{N}{A\,m}$) وتقاس ايضا بوحدة ($T = \frac{Wb}{m^2}$)

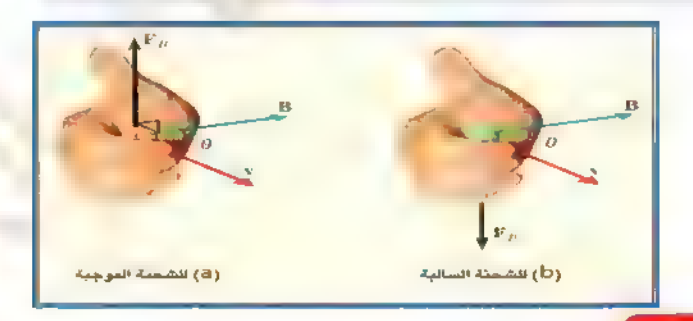
س // كيف يمكن تحديد اتجاه القوة المغناطيسية ($\vec{F}_B$) المؤثرة في شحنة موجبة متحركة في مجال مغناطيسي ؟

الجواب //

نطبق قاعدة الكف اليمنى (تدور اصابع الكف اليمنى من اتجاه السرعة $\vec{v}$ نحو اتجاه المجال المغناطيسي $\vec{B}$ فيشير الابهام الى اتجاه القوة المغناطيسية $\vec{F}_B$) كما مبين في الشكل .



- ان القوة المغناطيسية $\vec{F}_B$ تؤثر دائماً باتجاه عمودي على مستوى الذي يحتوي كل من ($\vec{B}$, $\vec{v}$) .
- حيث ان تأثير القوة المغناطيسية في الشحنة السالبة المتحركة في المجال المغناطيسي معاكساً لاتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في الشحنة الموجبة ، وكما مبين في الشكل ادناه .



ملاحظات مهمة جدا

1- اذا كانت حركة الجسيم (السرعة) v موازية لـ كثافة الفيض المغناطيسي B ، فان $(\theta = 0)$ والذي يعني ان $(\sin 0 = 0)$ بذلك لا تتولد القوة المغناطيسية والتي تعطى بالعلاقة : $F_B = 0$

2- اذا كانت حركة الجسيم (السرعة) v عمودية على كثافة الفيض المغناطيسي B ، فان $(\theta = 90)$ والذي يعني ان $(\sin 90 = 1)$ بذلك تكون القوة المغناطيسية في مقدارها الاعظم والتي تعطى بالعلاقة : $F_B = qvB$





ثالثاً : تأثير المجال الكهربائي والمجال المغناطيسي على جسيم مشحون :

عندما يقذف جسيم مشحون بشحنة موجبة $(+q)$ وبسرعة $(\vec{v})$ باتجاه عمودي على كل من المجالين الكهربائي والمغناطيسي المتعامدين مع بعضهما فان هذا الجسيم سيتأثر بقوتين احدهما كهربائية $(\vec{F}_E)$ التي يؤثر فيها المجال الكهربائي $(\vec{E})$ التي تعطى بالعلاقة $(\vec{F}_E = q\vec{E})$ والاخرى قوة مغناطيسية $(\vec{F}_B)$ يؤثر فيها المجال المغناطيسي $(\vec{B})$ والتي تعطى بالعلاقة $[\vec{F}_B = q(\vec{v} \times \vec{B})]$ وبما ان القوة المغناطيسية عمودية على كل من $(\vec{B}, \vec{v})$ فهي اما ان تكون باتجاه القوة الكهربائية او باتجاه معاكس لها وكما مبين في الشكل ، حيث ان محصلة القوتين الكهربائية والمغناطيسية تدعى قوة لورنز والتي تعطى بالعلاقة الاتية :

$$\vec{F}_{Lorentz} = \vec{F}_E + \vec{F}_B$$

س // وزاري مكرر / ما المقصود بقوة لورنز ؟ واين تستثمر (الفائدة العملية) ؟

الجواب //

قوة لورنز :

وهي محصلة القوة الكهربائية $\vec{F}_E$ التي يؤثر فيها المجال الكهربائي $\vec{E}$ والقوة المغناطيسية $\vec{F}_B$ التي يؤثر فيها المجال المغناطيسي $\vec{B}$ المتعامدين مع بعضهما والتي تعطى بالعلاقة الاتية : $\vec{F}_{Lorentz} = \vec{F}_E + \vec{F}_B$

تستثمر قوة لورنز :

في التطبيقات العملية ومن امثلتها (انبوبة الاشعة الكاثودية للتحكم في مسار الحزمة الالكترونية الساقطة على الشاشة) .

الخلاصة : اذا تحرك جسيم مشحون بشحنة موجبة وباتجاه عمودي على :

- فيض كهربائي منتظم سيتأثر الجسيم بقوة كهربائية $(\vec{F}_E = q\vec{E})$ بمستوٍ موازٍ للفيض الكهربائي .
- فيض مغناطيسي منتظم سيتأثر الجسيم بقوة مغناطيسية $\vec{F}_B = q(\vec{v} \times \vec{B})$ بمستوٍ عمودي على للفيض المغناطيسي
- فيض كهربائي منتظم وفيض مغناطيسي منتظم في ان واحد ومتعامدين مع بعضهما سيتأثر الجسيم بمحصلة القوتين $(\vec{F}_E + \vec{F}_B)$ تسمى قوة لورنز .

س // وزاري - مكرر // ماذا يحصل لجسيم اذا تحرك جسيم مشحون بشحنة موجبة باتجاه عمودي على خطوط مجال مغناطيسي منتظم فيضه ؟ ولماذا ؟






الحث الكهرومغناطيسي

اكتشاف اورستد : " ان التيار الكهربائي يولد مجالا مغناطيسيا " ، لذا يعد اورستد اول من اوجد العلاقة بين الكهربائية والمغناطيسية .

■ هذا الاكتشاف دفع العلماء الى البحث عن امكانية التوصل الى حقيقة معاكسة لذلك أي هل بإمكان المجال المغناطيسي ان يولد تياراً كهربائياً في دائرة كهربائية .

اكتشاف فراداي وهنري (كل على انفراد) : " إمكانية توليد تيار كهربائي في حلقة موصلة مقفلة (او سلك موصل) وذلك بوساطة مجال مغناطيسي متغير يواجه تلك الحلقة او الملف " .

س // هل يتولد تيار كهربائي في ملف عند ؟

1- بوضع مواجهه ساق مغناطيسي ساكن ؟
2- تقريب الساق المغناطيسي من جوف الملف ؟
3- ابعاد الساق المغناطيسي عن جوف الملف ؟
4- تقريب الملف من ساق مغناطيسي ساكن ؟

الجواب //

1- لا ينساب تيار كهربائي لعدم وجود حركة نسبية بين الساق المغناطيسي والملف .
2- ينساب التيار الكهربائي لوجود حركة نسبية بين الساق المغناطيسي الملف بسبب تزايد عدد خطوط الفيض المغناطيسي) .
3- ينساب تيار كهربائي لوجود حركة نسبية بين الساق والملف بسبب تناقص في عدد خطوط الفيض المغناطيسي .
4- ينساب التيار الكهربائي لوجود حركة نسبية بين الساق المغناطيسي الملف بسبب تزايد عدد خطوط الفيض المغناطيسي) .

س // ما المقصود بالتيار المحتث ؟ وكيف يمكن زيادة مقداره ؟

الجواب //

التيار المحث (I_{ind}) : هو التيار الذي يتولد نتيجة حصول تغير في الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن الذي يخترق دائرة كهربائية مقفلة او حلقة او ملف سلكي .

يزداد مقداره بزيادة :

1- سرعة الحركة النسبية بين القطب المغناطيسي والملف .
2- عدد لفات الملف .
3- مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف .
4- النفوذية المغناطيسية لمادة جوف الملف .

■ عند ادخال قلب من الحديد المطاوع في جوف الملف بدلا من الهواء يتسبب في ازدياد كثافة الفيض المغناطيسي .







اكتشاف فراداي

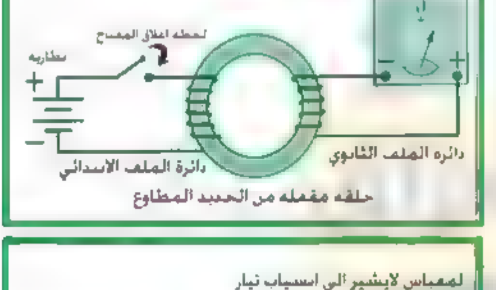
س // اشرح تجربة فراداي في الحث الكهرومغناطيسي ؟

الجواب //

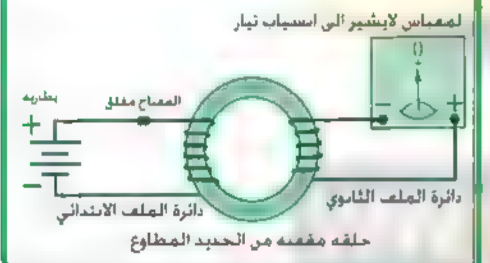
ادوات التجربة : ملفان سلكيان ملفوفان حول حلقة مقفلة من الحديد المطاوع ، بطارية ، كلفانوميتر ، مفتاح .

طريقة العمل :

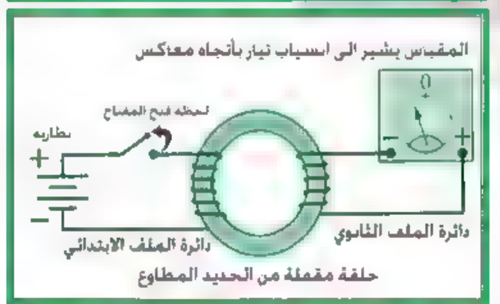
- نربط احد الملفين على التوالي مع بطارية ومفتاح وتسمى هذا الدائرة بدائرة الملف الابتدائي ، ونربط الملف الاخر مع جهاز يتحسس التيارات الصغيرة (الكلفانوميتر) صفره في وسط التدريجة وتسمى هذه الدائرة بدائرة الملف الثانوي .



- لاحظ فراداي لحظة اغلاق المفتاح المربوط مع الملف الابتدائي انحراف مؤشر المقياس المربوط مع الملف الثانوي الى احد جانبي صفر التدريجة ثم رجوعة الى تدريجة الصفر كما في الشكل ، وكان هذا الدليل القاطع على انسياب تيار محتث كهربائي في دائرة الملف الثانوي على الرغم من عدم توافر بطارية او مصدر للفولطية في الدائرة وذلك بسبب نمو تيار دائرة الملف الابتدائي والذي ادى الى تغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف الثانوي لوحدة الزمن .



- اما عودة مؤشر المقياس الى تدريجة الصفر بعد إغلاق المفتاح كان بسبب ثبوت التيار المنساب في دائرة الملف الابتدائي وعندها لا يحصل تغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف الثانوي لوحدة الزمن $\left(\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}\right)$ كما في الشكل .



- كما لاحظ فراداي انحراف مؤشر المقياس ثانية لحظة فتح المفتاح يكون الى الجانب المعاكس للصفر في هذه المرة كما في الشكل ثم عوده الى تدريجة الصفر .

- ان الذي لفت انتباه العالم فراداي (انسياب التيار في الملف الثانوي) قد حصل فقط خلال مرحلتي نمو وتلاشي التيار في الملف الابتدائي ، ولان عمليتي النمو والتلاشي في الملف الابتدائي تسببان في تزايد وتناقص الفيض المغناطيسي الذي يخترق قلب الحديد الملفوف حول الملفين . جعل فراداي ينتبه لضرورة توافر العامل الاساسي لتوليد التيار المحتث في دائرة مقفلة وهو حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف لوحدة الزمن .

الاستنتاج فراداي:

يتولد تيار محتث في دائرة كهربائية مقفلة (ملف او حلقة موصلة) فقط عندما يحصل تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق تلك الدائرة لوحدة الزمن $\left(\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}\right)$.

س // ما سبب انحراف المقياس لحظة غلق الدائرة (الملف الابتدائي) في تجربة فراداي ؟
الجواب // سبب انحراف دليل قاطع على انسياب تيار كهربائي في دائرة الملف الثانوي ويسمى بالتيار المحتث (I_{ind}) على الرغم من عدم توافر بطارية او مصدر للفولطية في دائرة الملف الابتدائي .

س // ما سبب رجوع او عودة المؤشر الى الصفر بعد اغلاق المفتاح ؟
الجواب // بسبب ثبوت التيار المنساب في دائرة الملف الابتدائي وعندها لا يحصل تغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف الثانوي لوحدة الزمن ($\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$) .

س // ما العامل الاساسي لتوليد تيار محتث في دائرة كهربائية مغلقة ؟
الجواب // حصول تغير في الفيض المغناطيسي والذي يخترق الدائرة لوحدة الزمن .

س // ما السبب فشل المحاولات العملية التي سبقت اكتشاف فراداي في توليد تيار كهربائي محتث بوساطة مجال مغناطيسي (ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي) ؟

الجواب // لان جميع تلك المحاولات كانت تعتمد على المجالات المغناطيسية الثابتة .

س // عرف ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي؟
الجواب // وهي ظاهرة توليد قوة دافعة كهربائية محتثه وتيار محتث في دائرة كهربائية مغلقة (حلقة موصلة او ملف سلكي) نتيجة لحصول تغير في الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن والذي يخترق الدائرة .

نشاط (1) : لتوضيح ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي

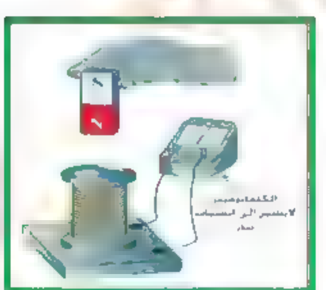
مهم جدا

س // اشرح نشاط يوضح ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي ؟
الجواب //

ادوات النشاط : ملفان سلكيان مجوفان مختلفان في اقطارها (يمكن ادخال احدهما في الاخر) ، كلفانوميتر صفره في وسط التدريجة ، ساق مغناطيسية ، أسلاك توصيل ، بطارية ، مفتاح كهربائي .

خطوات النشاط :

اولا :

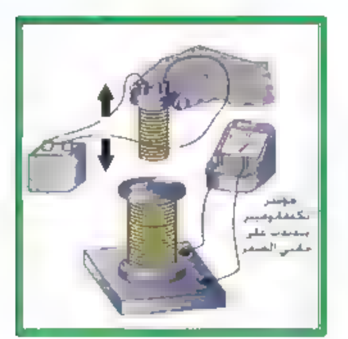


- نربط طرفي احد الملفين بوساطة اسلاك التوصيل مع طرفي الكلفانوميتر .
- نجعل الساق المغناطيسية وقطبها الشمالي مواجها للملف وفي حالة سكون نسبة للملف سنجد ان مؤشر الكلفانوميتر يبقى ثابتا عند صفر التدريجة أي لا يشير الى انسياب تيار كهربائي في دائرة الملف . لاحظ الشكل



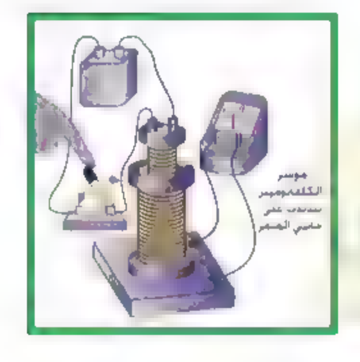
- ندفع الساق المغناطيسية نحو وجه الملف (في حالة اقتراب من الملف) نجد ان المؤشر ينحرف باتجاه معين وعند سحب الساق بعيدا عن وجه الملف ينحرف المؤشر باتجاه معاكس وهذا يدل على انسياب تيار محتث في الحالتين لاحظ الشكل

ثانيا :



- نربط طرفي الملف الاخر (ويسمى بالملف الابتدائي) بين قطبي البطارية بوساطة اسلاك التوصيل للحصول على مغناطيس كهربائي .
- نحرك الملف المتصل بالبطارية (الملف الابتدائي) امام وجه الملف الثانوي المتصل بالكلفانوميتر بتقريبه مرة من وجه الملف الثانوي وابعاده مرة اخرى وبموازاة محوره سنجد ان مؤشر الكلفانوميتر سينحرف على احد جانبي الصفر مرة وباتجاه معاكس مرة اخرى وبالتعاقب مشيرا الى انسياب تيار محتث في دائرة الملف الثانوي ثم عودته الى الصفر عند عدم توافر الحركة النسبية بين الملفين . لاحظ الشكل .

ثالثا :

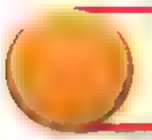


- نربط مفتاح كهربائي في دائرة الملف الابتدائي ونجعله مفتوحا .
- ندخل الملف الابتدائي في جوف الملف الثانوي ونحافظ على ثبوت احد الملفين نسبة الى الاخر فلا نلاحظ انحراف المؤشر وبالتالي نلاحظ عدم انسياب تيار محتث في دائرة الملف الثانوي .
- نغلق ونفتح المفتاح في دائرة الملف الابتدائي نجد ان مؤشر الكلفانوميتر يتذبذب بانحرافه على جانبي الصفر باتجاهين متعاكسين فقط في لحظتي اغلاق وفتح المفتاح في دائرة الملف الابتدائي وعلى التعاقب مشيرا الى انسياب تيار محتث في دائرة الملف الثانوي خلال تلك اللحظتين ، لاحظ الشكل

الاستنتاج :

1- يتولد تستحث قوة دافعة كهربائية (ε_{ind}) وينساب تيار محتث (I_{ind}) في دائرة كهربائية مقفلة (حلقة موصلة او ملف) فقط عند حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق تلك الدائرة لوحدة الزمن (على الرغم من عدم توافر بطارية في تلك الدائرة).

2- تكون قطبية القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ε_{ind}) واتجاه التيار المحتث (I_{ind}) في الدائرة الكهربائية في اتجاه معين عند تزايد الفيض المغناطيسي الذي يخترقها ويكونان باتجاه معاكس عند تناقص هذا الفيض .



القوة الدافعة الكهربائية الحركية $(\varepsilon_{motional})$

القوة الدافعة الكهربائية الحركية $(\varepsilon_{motional})$: وهي فرق جهد كهربائي محتث المتولدة على طرفي ساق موصلة نتيجة لحركة هذا الساق داخل مجال مغناطيسي منتظم وهي حالة خاصة من حالات الحث الكهرومغناطيسي .

- القوة الكهربائية الحركية المتولدة على طرفي موصل طوله (ℓ) متحركا بسرعة $(\vec{v})$ عموديا على اتجاه كثافة الفيض المغناطيسي $\vec{B}$ أي $(\vec{v} \perp \vec{B})$ تعطى بالعلاقة الاتية :

$$\varepsilon_{motional} = vB\ell$$

- اما اذا كانت تحرك ساق موصل طوله (ℓ) بسرعة $(\vec{v})$ موازية لاتجاه كثافة الفيض المغناطيسي $\vec{B}$ أي ان $(\vec{v} // \vec{B})$ فلا تتولد قوة الكهربائية الحركية لان $(\theta = 0)$:

$$\varepsilon_{motional} = 0$$

- نتيجة لحركة ساق موصلة داخل مجال مغناطيسي تتأثر الشحنات الموجبة للساق بقوة مغناطيسية تعطى بالعلاقة الاتية :

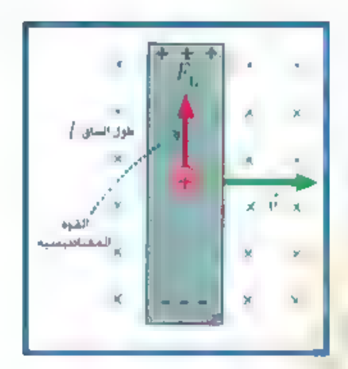
$$F_{B1} = qvB \sin\theta$$

- وعندما تكون حركة الساق عمودية على الفيض المغناطيسي فأن القوة المغناطيسية تعطى بالعلاقة الاتية :

$$F_{B1} = qvB$$

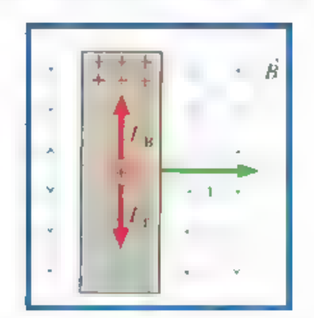
س // وضح كيف تتولد القوة الدافعة الحركية المحتثة على طرفي ساق موصلة موضوعة داخل مجال مغناطيسي منتظم ؟

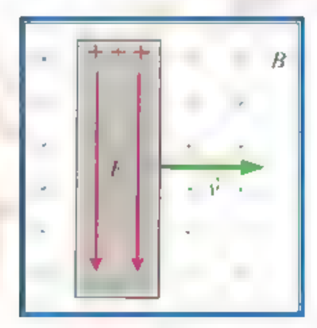
الجواب //



عندما تتحرك الساق الموصلة داخل المجال المغناطيسي المنتظم بصورة عمودية على الفيض المغناطيسي $\vec{B}$ ، فأن الشحنات الموجبة للساق تتأثر بقوة مغناطيسية $(F_{B1} = qvB)$ موازية لمحو الساق . فتعمل هذه القوة على فصل الشحنات الموجبة عن الشحنات السالبة اذ تتجمع الشحنات الموجبة في الطرفي (العلوي) للساق والشحنات السالبة في طرفها (السفلي) ، حيث يستمر تجمع الشحنات المختلفة في طرفي الساق مع استمرار حركتها داخل المجال المغناطيسي فيتولد فرق جهد كهربائي بين طرفي الساق يسمى القوة الدافعة الكهربائية $(\varepsilon_{motional})$.

- ★ ينشأ نتيجة لذلك مجال كهربائي (E) يتجه نحو الاسفل وهذا المجال الكهربائي المتولد سيؤثر في دورة في الشحنات بقوة $(F_E = qE)$.
- ★ اتجاه القوة التي يؤثر بها المجال الكهربائي $\vec{F_E}$ تكون نحو الاسفل وباتجاه موازٍ لمحور الساق وتكون معاكسة لاتجاه القوة التي يؤثر بها المجال المغناطيسي $\vec{F_{B1}}$ في تلك الشحنة التي تؤثر نحو الاعلى وكلا القوتين في مستوى واحد وبخط فعل مشترك وعند تساوي مقداري هاتين القوتين تحصل حالة اتزان اي ان $(\vec{F_E} = \vec{F_{B1}})$ كما مبين في الشكل .





س // ماذا يحصل لو انعكس اتجاه حركة الساق او انعكس اتجاه المجال المغناطيسي ؟ وهل تنعكس قطبية القوة الدافعة الكهربائية الحركية $(\varepsilon_{motional})$ ؟ ولماذا ؟

الجواب //

نعم تنعكس قطبية القوة الدافعة لان اتجاه القوة المغناطيسية $\vec{F_{B1}}$ المؤثرة على الشحنات ستنعكس حسب قاعدة الكف اليمنى ؟

س // اشتق علاقة رياضية لحساب القوة الدافعة الحركية المحتثة المتولدة على طرفي ساق موصله والمتحركة عموديا داخل مجال مغناطيسي منتظم ؟

الجواب //

بما ان القوة الكهربائية $F_E = qE$

بما ان القوة المغناطيسية $F_{B1} = qvB\sin\theta$

$\because\ \theta = 90^{\circ}$

$F_{B1} = qvB\sin 90 \Rightarrow F_{B1} = qvB$ لان $\sin 90 = 1$

وعند الاتزان

$F_E = F_{B1} \Rightarrow qE = qvB$

$\therefore E = vB$

$\because$ المجال $E = \dfrac{\Delta V}{\ell} \Rightarrow \Delta V = E\ell$

$\therefore \Delta V = vB\ell \Leftrightarrow \varepsilon_{motional} = vB\ell$

****

س // علام يعتمد مقدار فرق الجهد الكهربائي بين طرفي ساق موصله تتحرك عموديا على مجال مغناطيسي منتظم ؟

الجواب //

حسب العلاقة : $\varepsilon_{motional} = vB\ell\sin\theta$ يعتمد فرق الجهد الكهربائي (القوة الدافعة الحركية) على :

1- السرعة v التي يتحرك فيها الساق .
2- مقدار كثافة الفيض المغناطيسي B .
3- طول الساق ℓ .
4- الزاوية θ المحصورة بين متجه السرعة $\vec{v}$ ومتجه كثافة الفيض المغناطيسي $\vec{B}$.

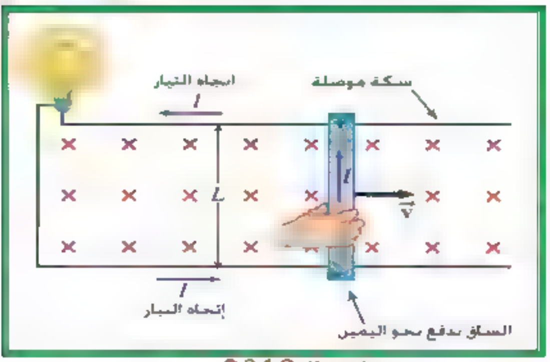
التيار المحتث (I_{ind})

التيار المحتث (I_{ind}) : هو التيار الذي يتولد نتيجة حصول تغير في الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن والذي يخترق دائرة كهربائية مقفلة (حلقة او ملف سلكي) .

س // ما الاجراء العملي المطلوب اتخاذه لكي ينساب تيار محتث في ساق متحركة داخل مجال مغناطيسي ؟
او (كيف يمكن ان ينساب تيار في ساق متحركة داخل مجال مغناطيسي)

الجواب //

1) يتم ذلك بوضع الساق في دائرة كهربائية مقفلة ، حيث نجعل الساق تنزلق بسرعة v نحو اليمين على طول سكة موصلة بشكل حرف U مربوط معها مصباح كهربائي على التوالي ، وتثبت السكة على منضدة افقية ، وبهذا الترتيب نجد ان الساق والسكة والمصباح سيشكلون دائرة كهربائية مقفلة ، وكما مبين في الشكل .



2) فاذا سلط مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $\vec{B}$ باتجاه عمودي على مستوى تلك الدائرة (X نحو الداخل) ستتأثر الشحنات الموجبة في الساق بقوة مغناطيسية $(F_{B1} = qvB)$ تدفعها نحو احد طرفي الساق والشحنات السالبة تندفع نحو الطرف الاخر ولكن في هذه الحالة تستمر الشحنات في الحركة ولا تتجمع عند طرف الساق نتيجة لذلك ينساب تيار في الدائرة ويسمى التيار المحتث والدليل على ذلك توهج المصباح المربوط على التوالي مع السكة .

3) ولو طبقنا قاعدة الكف اليمنى على الشحنة الموجبة يكون اتجاه التيار المحتث معاكساً لاتجاه دوران عقارب الساعة

4) فاذا كانت المقاومة الكلية في الدائرة (R) فان التيار المحتث في هذا الدائرة يعطى بالعلاقة الاتية :

$$I_{ind} = \frac{\varepsilon_{motional}}{R} = \frac{vB\ell}{R}$$

حيث ان:

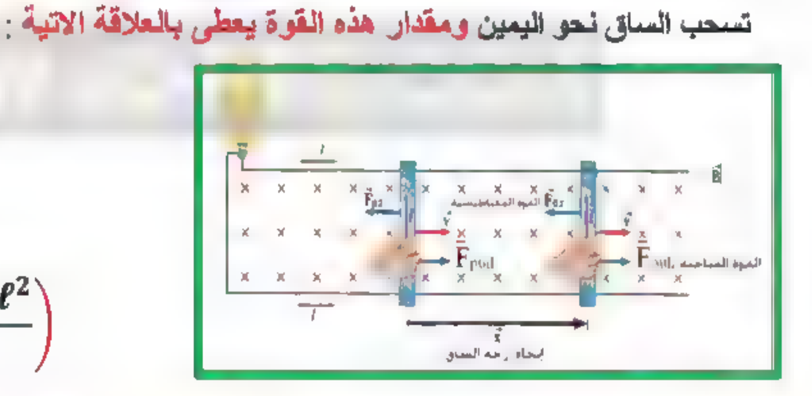
I_{ind} : التيار المحتث ويقاس بوحدة الامبير A .

R : المقاومة الكلية للدائرة وتقاس بوحدة الاوم Ω

- نتيجة لانسياب التيار المحتث في الساق باتجاه عمودي على الفيض المغناطيسي ، تظهر قوة مغناطيسية معرقلة (F_{B2}) تأثر في هذه الساق تعطى بالعلاقة الاتية :

$$F_{B2} = I\ell B$$

- وبتطبيق قاعدة الكف اليمنى نجد ان القوة (F_{B2}) تؤثر بأتجاه عمودي على الساق نحو اليسار ، أي باتجاه معاكس لاتجاه السرعة v التي تتحرك بها الساق ، لذا فان هذه القوة تعمل على عرقلة حركة الساق ، فتتسبب في تباطؤ حركة الساق ولكي نجعل تتحرك بسرعة ثابتة تحت هذه الظروف يتطلب تسليط قوة خارجية (F_{pull}) تسحب الساق نحو اليمين ومقدار هذه القوة يعطى بالعلاقة الاتية :



$$F_{pull} = F_{B2} = I\ell B$$

$$\because I_{ind} = \frac{vB\ell}{R}$$

$$\therefore F_{pull} = \left(\frac{vB\ell}{R}\right)\ell B = \left(\frac{vB^2\ell^2}{R}\right)$$

حيث ان: F_{pull} : القوة الساحبة ، ويقاس بوحدة النيوتن (N) .

الحث الكهرومغناطيسي ومبدأ حفظ الطاقة

- ان عملية سحب الساق الموصلة بإزاحة معينة داخل مجال مغناطيسي ، تعني انه قد انجز شغل في تحريك الساق

س // ما مصير الطاقة المختزنة في الساق تتحرك في مجال مغناطيسي منتظم عندما تنجز شغلاً عليه ؟

الجواب // ان الدائرة الكهربائية تتسبب في تتبدد القدرة بشكل قدرة حرارية تظهر في المقاومة الكلية (R) في الدائرة (عناصر الدائرة واسلاك الربط) .

س // هل يمكن اعتبار ان الحث الكهرومغناطيسي تطبيقا لقانون حفظ الطاقة ؟ ولماذا ؟

الجواب // نعم . لان المعدل الزمني للشغل المنجز في تحريك الساق الموصلة خلال المجال المغناطيسي يساوي بالضبط القدرة المتبددة في المقاومة الكلية لهذه الدائرة بشكل حرارة او اي نوع من القدرة في الحمل .

س // اثبت رياضياً ان مبدأ الحث الكهرومغناطيسي يخضع لقانون حفظ الطاقة ؟
او (أثبت رياضيا ان المعدل الزمني للشغل المنجز في تحريك الساق = القدرة المتبددة في المقاومة الكلية للدائرة)

الجواب //
القوة الساحبة للساق سببت حركة الساق بسرعة (v) فان القدرة التي اكتسبتها الدائرة (المعدل الزمني للشغل المنجز) تعطى بالعلاقة الاتية :

$$P = F_{pull} \cdot v \quad \Rightarrow P = \frac{vB^2\ell^2}{R} \cdot v$$

$$\therefore P = \frac{v^2B^2\ell^2}{R}$$

اما القدرة المتبددة او الضائعة في المقاومة الكلية التي ينساب فيها التيار المحتث I_{ind} تعطى بالعلاقة الاتية :

$$P_{disspated} = I^2R \quad \Rightarrow P_{disspated} = \left(\frac{vB\ell}{R}\right)^2 \cdot R$$

$$\therefore P_{disspated} = \frac{v^2B^2\ell^2}{R}$$

$$\therefore P_{disspated} = P$$

★ لحساب القدرة المتبددة او الضائعة في المقاومة الكلية التي ينساب فيها التيار المحتث I_{ind} من العلاقات الاتية :

$$P_{disspated} = I^2R = I\varepsilon_{motional} = \frac{\varepsilon^2_{motional}}{R}$$



افرض ان ساقا موصلة طولها ($1.6m$) انزلقت على سكة موصلة بانطلاق ($5\ m/s$) باتجاه عمودي على مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه ($0.8\ T$) وكانت مقاومة المصباح المربوط مع السكة على التوالي ($128\ \Omega$) لاحظ الشكل ، (اهمل المقاومة الكهربائية للساق والسكة) واحسب مقدار :

1- القوة الدافعة الكهربائية الحركية المحتثة .
2- التيار المحتث في الدائرة .
3- القدرة الكهربائية المجهزة للمصباح .

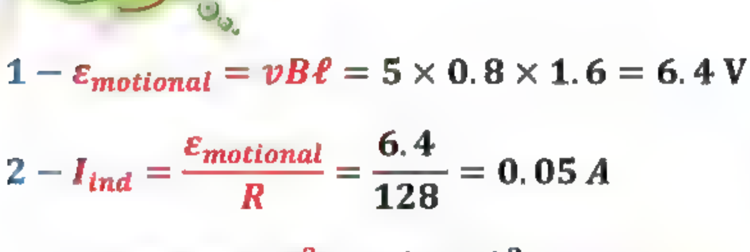
الحل

$$1 - \varepsilon_{motional} = vB\ell = 5 \times 0.8 \times 1.6 = 6.4\ V$$

$$2 - I_{ind} = \frac{\varepsilon_{motional}}{R} = \frac{6.4}{128} = 0.05\ A$$

$$3 - P_{disspated} = I^2R = (0.05)^2 \times 128$$

$$P_{disspated} = 0.32\ W$$



الفيض المغناطيسي (Φ_B)

س // ما العامل الاساسي لتوليد القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ε_{ind}) في حلقة او ملف سلكي موضوع في مجال مغناطيسي ؟

الجواب // حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الدائرة لوحدة الزمن ($\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$).

العلاقة بين الفيض المغناطيسي (Φ_B) وكثافة الفيض المغناطيسي (B) :

- لحساب الفيض المغناطيسي الذي يخترق مساحة معينة من حاصل الضرب النقطي بين متجه المساحة ($\vec{A}$) ومتجه كثافة الفيض المغناطيسي ($\vec{B}$) حسب العلاقة الاتية :

$$\Phi_B = \vec{B} \cdot \vec{A}$$

- واما لحساب مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق المساحة حسب العلاقة الاتية :

$$\Phi_B = B\,A\cos\theta$$

- ولحساب مقدار تغير الفيض المغناطيسي من خلال العلاقة الاتية :

$$\Delta\Phi_B = \Delta\,(B\,A\cos\theta)$$

حيث ان :

$\vec{A}$: متجه المساحة (العمود المقام على المساحة A) .

$\vec{B}$: متجه كثافة الفيض المغناطيسي .

A : مساحة السطح (مستوي الحلقة او مستوي الملف A) .

B : كثافة الفيض المغناطيسي (شدة المجال المغناطيسي) يقاس بوحدة Tasla (T) . $B = \vec{B}$

Φ_B : الفيض المغناطيسي يقاس بوحدة Weber (Web) .

θ : الزاوية المحصورة بين متجه المساحة ($\vec{A}$) ومتجه الفيض المغناطيسي ($\vec{B}$) .

س // على ماذا يعتمد مقدار الفيض المغناطيسي ؟

الجواب //

1- كثافة الفيض المغناطيسي Φ_B .

2- مساحة السطح A .

3- الزاوية θ بين متجه كثافة الفيض المغناطيسي $\vec{B}$ ومتجه مساحة السطح $\vec{A}$.

س // ما الذي يحدد مقدار الفيض المغناطيسي الي يخترق اللفة ؟

الجواب // ان الذي يحدد مقدار الفيض المغناطيسي هي مركبة الفيض المغناطيسي $(B\cos\theta)$ العمودية على مستوي الحلقة .



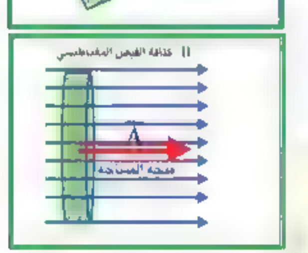
طرق الحصول على تغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق حلقة موصلة او ملف سلكي

اولاً

تغيير قياس الزاوية θ بين متجه المساحة ($\vec{A}$) ومتجه كثافة الفيض المغناطيسي ($\vec{B}$)
مثل (دوران ملف نواة المولد الكهربائي داخل مجال مغناطيسي منتظم) . لها ثلاث حالات:

$$\Delta\Phi_B = BA(\Delta cos\theta)$$

1- اذا كان متجه المساحة ($\vec{A}$) يصنع زاوية θ مع متجه كثافة الفيض المغناطيسي ($\vec{B}$) . كما في الشكل :



2- اذا كان متجه كثافة الفيض المغناطيسية ($\vec{B}$) عمودي على مستوي الحلقة بعبارة اخرى متجه كثافة الفيض المغناطيسي ($\vec{B}$) يوازي متجه المساحة ($\vec{A}$) وفي هذه الحالة تكون الزاوية $(\theta = 0)$ أي ان $(cos0 = 1)$ فنحصل على اعظم مقدار للفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة .

3- اذا كان متجه كثافة الفيض المغناطيسية ($\vec{B}$) موازي مستوي الحلقة بعبارة اخرى متجه كثافة الفيض المغناطيسي ($\vec{B}$) عمودي على متجه المساحة ($\vec{A}$) وفي هذه الحالة تكون الزاوية $(\theta = 90°)$ أي ان $(cos90 = 0)$ لذا في هذه الحال ينعدم الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة .



ملاحظات توضيحية مهمة للحالات الثلاث

1- اذا مستوي الحلقة او مساحة الملف (A) يصنع زاوية مع ($\vec{B}$) فأننا نأخذ متممة الزاوية أي ($90° - \theta$) :

$$\Phi_B = B\,Acos(90 - \theta)$$

2-اما اذا متجه المساحة او الحلقة ($\vec{A}$) يصنع زاوية مع ($\vec{B}$) فأننا نأخذ الزاوية المعطاة في السؤال دون تغيير :

$$\Phi_B = B\,Acos\theta$$

3- اذا ($A \perp \vec{B}$) او ($\vec{A}//\vec{B}$) فان $(\theta = 0)$ أي ان $(cos0 = 1)$ سنحصل على فيض المغناطيسي بأعظم ما يمكن :

$$\Phi_B = B\,A$$

4- اذا ($A//\vec{B}$) او ($\vec{A} \perp \vec{B}$) فان $(\theta = 90°)$ أي ان $(cos90 = 0)$ سيؤدي الى انعدام الفيض المغناطيسي :

$$\Phi_B = 0$$

- لحساب مساحة السطح الدائري (حلقة موصلة او ملف سلكي دائري) من العلاقة الاتية : $A = \pi r^2$

حيث ان : r : يمثل نصف قطر الدائرة ، π : النسبة الثابتة مقدارها 3.14 او $\frac{22}{7}$

ثانياً

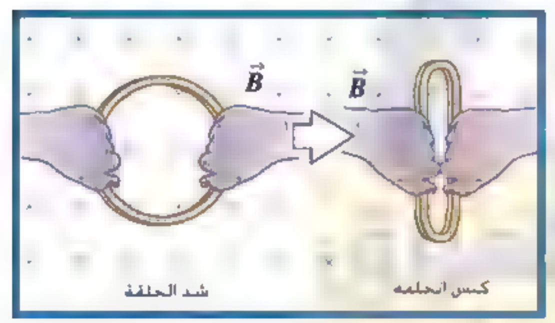
تغيير المساحة الحلقة المواجهة للفيض المغناطيسي (Φ_B) المنتظم ، ويتم ذلك مثلاً بكبس الحلقة او شدها من جانبيها المتقابلين فتقل بذلك المساحة (A) ، كما في بالشكل .

$$\Delta\Phi_B = B.\Delta A$$

★ وبالإمكان زيادة المساحة وذلك بإزاحة الساق الموضحة في الشكل اعلاه نحو اليمين فتتغير المساحة من ($A = x_1 L$) الى ($A = x_2 L$) ومنها نجد ان ($\Delta A = A_2 - A_1$) وبهذا فان التغير في الفيض المغناطيسي يعطى بالعلاقة :

$$\Delta\Phi_B = B.\Delta A$$



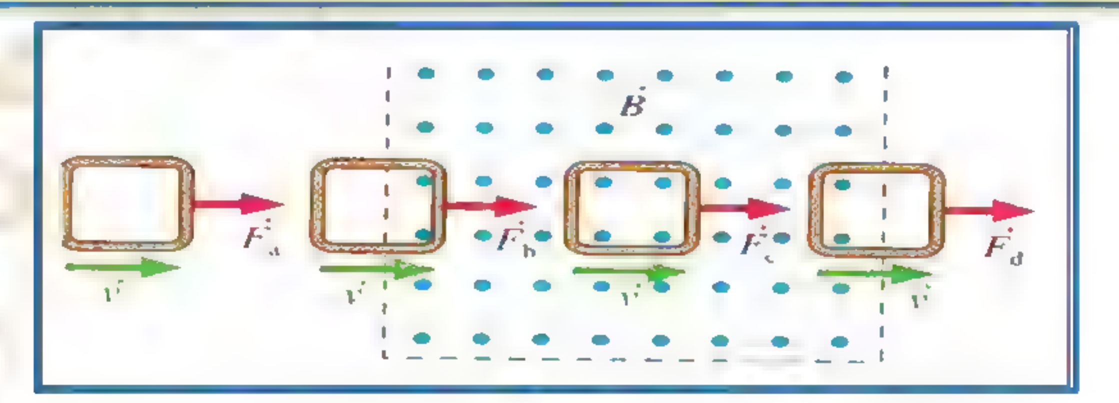


****

ثالثاً

بتحريك الحلقة الموصلة بمستوي عمودي على الفيض المغناطيسي منتظم ، مثل (دفع الحلقة لإدخالها في مجال مغناطيسي منتظم او سحبها لإخراجها منه) ، فينتج عن ذلك تغيراً في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة لوحدة الزمن في اثناء دخول الحلقة في المجال المغناطيسي او في اثناء خروجها من المجال . وكما موضح بالشكل :

$$\Delta\Phi_B = A.\Delta B$$



اندروكانغي :

لا يمكن دفع احد لارتقاء سلم اذا لم يكن غير راغب في الصعود



حلقة دائرية موصلة قطرها ($0.4\ m$) وضعت داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه ($B = 0.5\ T$) ويتجه باتجاه موازٍ لمتجه مساحة الحلقة $\vec{A}$.

1- احسب مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة ، لاحظ الشكل (a) .

2- ما مقدار الفيض المغناطيسي على فرض ان الحلقة دارت باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة لحين صار متجه المساحة ($\vec{A}$) ويصنع زاوية ($\theta = 45°$) مع اتجاه الفيض المغناطيسي ($\vec{B}$) ، لاحظ الشكل (b) .



$A = \pi r^2 = \pi \times (0.2)^2 = 0.04\,\pi\ m^2$

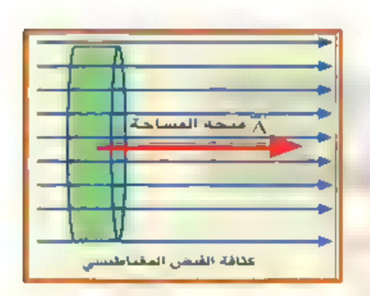
ولان ($\vec{A} // \vec{B}$) فان $(\theta = 0)$ أي ان $(\cos 0 = 1)$

$a - \Phi_B = B\,A = 0.5 \times 0.04\,\pi = 0.02\,\pi\ Web = 6.28 \times 10^{-2} Web$

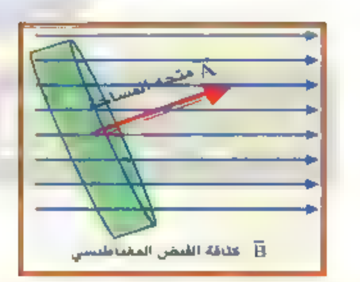
ولان متجه المساحة او الحلقة ($\vec{A}$) يصنع زاوية مع ($\vec{B}$) فاننا نأخذ الزاوية المعطاة في السؤال دون تغيير

$b - \Phi_B = B\,A\cos\theta = 0.5 \times 0.04\,\pi \times \cos 45° = 0.02\,\pi \times 0.707\ Web$

$\Phi_B = 4.44 \times 10^{-2}\ Web$



لاحظ الشكل (a)



لاحظ الشكل (b)

قانون فراداي

س // ما هو نص قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي ؟ وما هي الصيغة الرياضية له ؟

الجواب // مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في حلقة موصلة او ملف سلكي يتناسب طردياً مع المعدل الزمني للتغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة او الملف .

1- الصيغة الرياضية لقانون فراداي (للحلقة الموصلة) :

$$\varepsilon_{ind} = -\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$$

2- الصيغة الرياضية لقانون فراداي (للملف السلكي يحتوي على عدد من اللفات N) :

$$\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$$

★ وللتذكير عند ربط طرفي الملف او الحلقة الى دائرة خارجية مقفلة مقاومتها الكلية (R) فسوف ينساب تيار في الدائرة يدعى التيار المحتث (I_{ind}) يعطى بالعلاقة الاتية :

$$I_{ind} = \frac{\varepsilon_{ind}}{R}$$

★ الاشارة السالبة في قانون فراداي وضعت وفقا (لقانون لنز) للدلالة على قطبية القوة الدافعة الكهربائية المحتثة وهذه القطبية تحدد الاتجاه الذي ينساب فيه التيار المحتث في الحلقة او الملف .

ملاحظات توضيحية ومهمة حول قانون فرادي

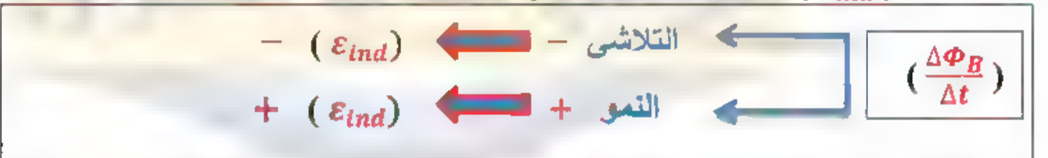
1- ($\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$) تمثل المعدل الزمني للتغير في الفيض المغناطيسي ويقاس بوحدة (Web / sec) .

2- ذا كان الفيض في حالة تلاشي يكون ($\Phi_{B2} < \Phi_{B1}$) أي ($\Delta\Phi = \Phi_{B2} - \Phi_{B1}$) لذا ستكون $\Delta\Phi_B$ سالبة .

3- اذا كان الفيض في حالة نمو يكون ($\Phi_{B2} > \Phi_{B1}$) أي ($\Delta\Phi = \Phi_{B2} - \Phi_{B1}$) لذا ستكون $\Delta\Phi_B$ موجبة .

4- قطبية (ε_{ind}) تكون سالبة عند نمو او تزايد الفيض .

5- ان قطبية (ε_{ind}) تكون موجبة عند تلاشي او التناقص الفيض .



6- ($N\Phi$) تمثل خطوط الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة او الملف وتقاس بوحدة (Web) .

7- ($N\Delta\Phi$) تمثل التغير في خطوط الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة او الملف ويقاس بوحدة (Web) .

8- عند دوران الملف او الحلقة نصف دورة أي بزاوية $180°$ (2π rad) بمعنى انقلب الملف فان الفيض يكون نفسه بالمقدار ولكن بعكس الاتجاه أي ($\Phi_{B2} = -\Phi_{B1}$) بمعنى ($\Delta B = -2B$) لان ($B_2 = -B_1$).

مثال 3

الشكل ادناه يوضح ملفاً يتألف من (50) لفة متماثلة ومساحة اللفة الواحدة ($20\ cm^2$) . فاذا تغيرت كثافة الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف من ($0.0\ T$ الى $0.8\ T$) خلال زمن ($0.4\ s$) احسب .

1- معدل القوة الكهربائية المحتثة في (ε_{ind}) الملف .

2- مقدار التيار المنساب في الدائرة اذا كان الملف مربوط بين طرفي كلفانوميتر والمقاومة الكلية في الدائرة ($80\ \Omega$) .


الحل



$A = 20\ m^2 = 20 \times 10^{-4}\ m^2$

$\Delta B = B_2 - B_1 = 0.8 - 0 = 0.8\ T$

$$a - \varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -N\frac{A.\Delta B}{\Delta t} = -(50) \times \frac{(20 \times 10^{-4}) \times (0.8)}{0.4} = -0.2\,V$$

حيث ان الاشارة السالبة تدل على ان القوة الدافعة الكهربائية المحتثة تعاكس المسبب الذي ولدها و هو المعدل الزمني للتغير بالفيض المغناطيسي على وفق قانون لنز

★ ولحساب التيار المحتث يجب ان نعوض قيمة (ε_{ind}) موجبة لان الاشارة السالبة للدلالة عن القطبية فقط

$$b - I_{ind} = \frac{\varepsilon_{ind}}{R} = \frac{0.2}{80} = 2.5 \times 10^{-3}\,A$$

****

مهم جدا : تذكر

1- لكي ينساب تيار كهربائي في دائرة مقفلة يجب توافر مصدر للقوة الدافعة الكهربائية (مثل بطارية او مولد يجهز قوة دافعة كهربائية للدائرة) .

2- لكي ينساب تيار محتث في دائرة مقفلة (حلقة موصلة او ملف) لا تحتوي بطارية او مولد . يجب ان تتوافر قوة دافعة كهربائية محتثه ، والتي تتولد بوساطة تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق تلك الحلقة لوحدة الزمن .

س / وزاري / ما الذي يتطلب توافره في دائرة مقفلة لكي ينساب : 1- تيار كهربائي . 2- تيار محتث

س / على ماذا تعتمد قطبية القوة الدافعة الكهربائية المحتثة ؟

الجواب // تعتمد على الفيض المغناطيسي فيما اذا كان الفيض متزايدا او متناقصا .

قانون لنز

قانون لنز : التيار المحتث في الدائرة الكهربائية يمتلك اتجاها بحيث ان مجاله المغناطيسي المحتث يكون معاكساً بتأثيره للتغير في الفيض المغناطيسي الذي ولد هذا التيار .

س // ما الفائدة العملية من تطبيق قانون لنز ؟ وزاري

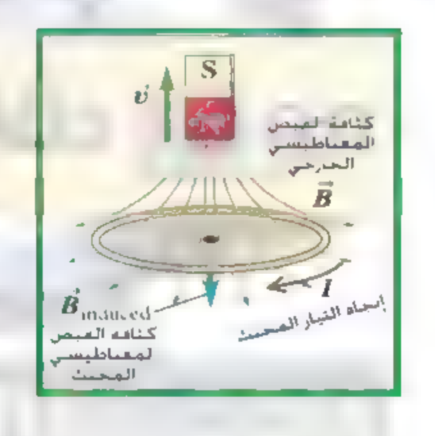
الجواب // تعيين اتجاه التيار المحتث في دائرة كهربائية مقفلة .

س // كيف يمكن للتيار المحتث ان يولد مجالا مغناطيسيا محتثا يعاكس بتأثيره للمسبب الي ولده ؟

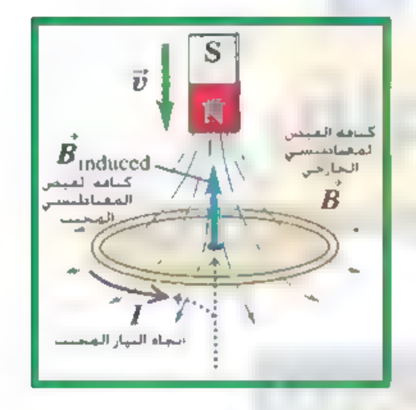
الجواب // نعمل على تحريك ساق مغناطيسية بالقرب من وجه حلقة موصلة مقفلة وبموازاة محورها العمودي وعلى وجهيها والمار من مركزها . فاذا كان القطب الشمالي للساق مواجها للحلقة :

a- عند تقريب القطب الشمالي : يزداد الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة ($\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} > 0$) فيزداد مقدار كثافة الفيض المغناطيسي ($\frac{\Delta B}{\Delta t} > 0$) ويكون اتجاه كثافة الفيض المغناطيسي المؤثر ($\vec{B}$) نحو الاسفل ، لذا يكون اتجاه التيار المحتث معاكسا لاتجاه دوران عقارب الساعة (وفق قاعدة الكف اليمني للملف) فيتولد مجالا مغناطسيا محتثا كثافة فيضة ($\overrightarrow{B_{ind}}$) اتجاهه نحو الاعلى معاكسا لاتجاه المجال المغناطيسي المؤثر لكي يحاول ان يقاوم التزايد في الفيض المغناطيسي الذي ولد التيار المحتث ، فيتولد في وجه الحلقة المقابل للقطب الشمالي N قطبا شماليا N يتنافر مع القطب الشمالي المقترب منه (وفق قانون لنز) ، كما في الشكل (a) .

b- عند ابعاد القطب الشمالي : يتناقص الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة ($\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} < 0$) فيتناقص مقدار كثافة الفيض المغناطيسي ($\frac{\Delta B}{\Delta t} < 0$) ويكون اتجاه كثافة الفيض المغناطيسي المؤثر ($\vec{B}$) نحو الاسفل ، لذا يكون اتجاه التيار المحتث مع لاتجاه دوران عقارب الساعة (وفق قاعدة الكف اليمني للملف) فيتولد مجالا مغناطسيا محتثا كثافة فيضة ($\overrightarrow{B_{ind}}$) اتجاهه نحو الاسفل باتجاه المجال المغناطيسي المؤثر لكي يحاول ان يقاوم التناقص في الفيض المغناطيسي الذي ولد التيار المحتث ، فيتولد في وجه الحلقة المقابل للقطب الشمالي N قطبا جنوبيا S يتجاذب مع القطب الشمالي المبتعد عنه (وفق قانون لنز) ، كما في الشكل (b) .



لاحظ الشكل (a)



لاحظ الشكل (b)

الخلاصة :

1- كل ابتعاد يتولد في وجه الحلقة قطب مخالف للقطب المبتعد .

2- كل اقتراب يتولد في وجه الحلقة قطب مماثل للقطب المقترب .

3- كل قطب شمالي N متولد في وجه الحلقة يكون اتجاه التيار معاكس لاتجاه عقارب الساعة .

4- كل قطب جنوبي S متولد في وجه الحلقة يكون اتجاه التيار مع لتجاه عقارب الساعة .

س // لماذا يعد قانون لنز تطبيقا لقانون حفظ الطاقة ؟ علل ذلك ؟ مهم

الجواب // لأنه في حالتي اقتراب المغناطيس او ابتعاده نسبة الى حلقة الموصلة المقفلة يتطلب انجاز شغل ميكانيكي للتغلب اما على قوة التنافر (في حالة الاقتراب) او قوة التجاذب (في حالة الابتعاد) ويتحول هذا الشغل المنجز الى نوع اخر من الطاقة في الحمل .

مهم جدا : تذكر : عليك التمييز بين

1- كثافة الفيض المغناطيسي الخارجي (المؤثر) ($\vec{B}$) الذي يتسبب تغير فيضه في توليد تيار محتث في دائرة كهربائية مقفلة وذلك على وفق قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي .

2- كثافة الفيض المغناطيسي المحتث ($\vec{B}_{ind}$) وهو الذي يولده التيار المحتث والذي يعاكس بتأثيره التغير بالفيض المغناطيسي الخارجي (العامل المسبب لتوليد التيار المحتث) على وفق قانون لنز .

التيارات الدوامة

س // ما المقصود بالتيارات الدوامة ؟ وما سبب توليدها ؟ وما هي مضارها ؟

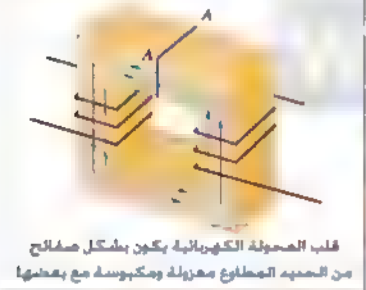


الجواب // التيارات الدوامة : هي تيارات محتثة متولدة في صفائح معدنية تتخذ مسارات دائرية مقفلة ومتمركزة تقع في مستوى كل صفيحة وبمستويات عمودية على الفيض المغناطيسي Φ_B المسبب لها

سبب توليدها : الحركة النسبية بين الفيض المغناطيسي والصفائح المقترنة بتغير الفيض المغناطيسي وفق قانون فراداي

مضارها : تتسبب في فقدان الطاقة بشكل حرارة في الاجهزة او في قلب الملفات التي تولد فيها وفق لقانون جول الحراري .

س // ما المقصود بالتيارات الدوامة ؟ وما سبب توليدها ؟ وما هي مضارها ؟

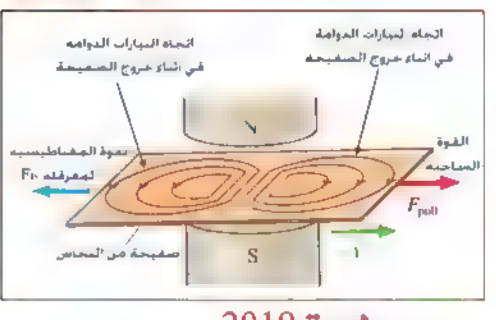

قلب المحولة الكهربائية يكون بشكل صفائح من الحديد المطاوع معزولة ومكبوسة مع بعضها

الجواب // لغرض تقليل مقدار الطاقة المتبددة بشكل حرارة ، يصنع القلب بشكل صفائح من الحديد المطاوع وترتب بموازاة الفيض المغناطيسي Φ_B المتغير الذي يخترقها فتكون هذه الصفائح معزولة عن بعضها ومكبوسة كبساً شديداً ، فتزداد بذلك المقاومة الكهربائية الى حد كبير داخل تلك الصفائح ويقل تبعا لذلك مقدار التيارات الدوامة .

س // ما سبب نشوء التيارات الدوامة في صفيحة معدنية موصلة مواجهه لفيض مغناطيسي ؟ وما تأثير المجالات المغناطيسية التي تولدها ؟

السؤال بطريقة اخرى : وضح ما الذي يحصل عند سحب صفيحة من النحاس افقيا نحو اليمين بين قطبي مغناطيس كهربائي كثافة فيضة B نحو الاسفل ؟

الجواب //



- ★ نتيجة الحركة النسبية بين الصفيحة المعدنية والفيض المغناطيسي تتولد تيارات دوامة في سطح الصفيحة وفق قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي .
- ★ وفي اثناء خروج الجزء الايمن للصفيحة من المجال المغناطيسي يتناقص الفيض المغناطيسي خلالها ، لذا يكون اتجاه التيارات

الدوامة باتجاه دوران عقارب الساعة لكي تولد فيضاً مغناطسيا محتثاً (كثافته $\vec{B}_{ind}$) يعاكس المسبب الذي ولد تلك التيارات وفق قانون لنز فيكون اتجاه الفيض المغناطيسي المحتث نحو الاسفل (لكي يعمل على تقوية المجال المغناطيسي المؤثر المتناقص)

★ اما جزء الصفيحة الايسر فيكون اتجاه التيارات الدوامة فيه باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة للسبب نفسة وبالنتيجة تظهر قوة مغناطيسية $\vec{F}_B$ تتجه نحو اليسار وتكون معاكسة للقوة الساحبة فهي قوة معرقلة لاتجاه الحركة (أي تعاكس القوة الساحبة للساق $\vec{F}_{pull}$) .

نشاط (1) : يبين كيفية تقليل التيارات الدوامة المتولدة في الموصلات

مهم جدا

الجواب //

ادوات النشاط :

بندولان متماثلان كل منهما بشكل صفيحة مصنوعة من مادة موصلة ضعيفة التمغنط (ليست فيرومغناطيسية من الالمنيوم مثلاً) مثبتة بطرف ساق خفيفة من المادة نفسها .

احدى الصفيحتين مقطعه بشكل شرائح معزولة عن بعضها مثل اسنان النشط والاخرى كاملة (غير مقطعة) .

مغناطيس دائم قوي (كثافة فيضة عالية) ، حامل .

خطوات النشاط :

- نزيح الصفيحتين بازاحة متساوية الى احد جانبي موقع استقرارهما .
- نترك الصفيحتين في ان واحد لتهتز كل منهما بحرية بين قطبي المغناطيس .

ماذا تتوقع ؟ أيهتز البندولان بالسعة نفسها ؟ أم يختلفان ؟ وما سبب ذلك ؟

وللاجابة على ذلك من خلال مشاهدتنا للبندولين نجد ان البندول الذي يتألف من الصفيحة الكاملة (غير المقطعة) يتوقف عن الحركة في اثناء مروره خلال الفجوة بين القطبين المغناطيسيين ، في حين الصفيحة المقطعة بشكل اسنان المشط تمر بين القطبين المغناطيسيين وتعبر الى الجانب الاخر وتستمر بالاهتزاز على جانبي منطقة المجال المغناطيسي ذهابا وايابا ولكن بتباطؤ قليل . كما في الشكل



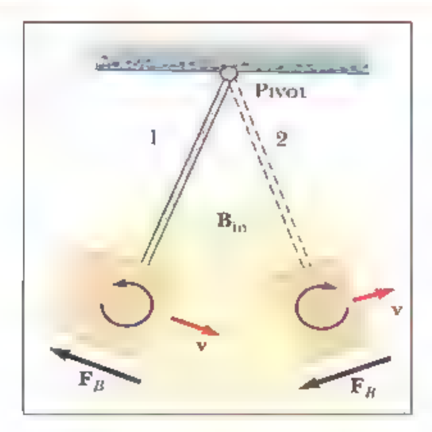




اندرو كانغي :

لن يفشل ابداً انسان يحاول ..... ثم يحاول

نستنتج من النشاط :



★ تتولد تيارات دوامة كبيرة المقدار في الصفيحة غير المقطعة في اثناء دخولها المجال المغناطيسي بين القطبين فتكون باتجاه معين ، نتيجة حصول تزايداً في الفيض المغناطيسي الذي يخترقها لوحدة الزمن ($\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$) (على وفق قانون فراداي) ، وتكون باتجاه معاكس في اثناء خروجها من المجال ، نتيجة حصول تناقصاً في الفيض المغناطيسي ($\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$) فتتولد في الحالتين قوة مغناطيسية (F_B) تعرقل حركة الصفيحة (على وفق قانون لنز) وبالنتيجة تتلاشى سعة اهتزاز الصفيحة وتتوقف عن الاهتزاز وكما في الشكل ادناه .

★ في حين ان التيارات الدوامة المتولدة في الصفيحة المقطعة بشكل شرائح تكون صغيرة المقدار جدا فيكون تأثيرها في اهتزاز الصفيحة ضعيفا جدا .

س // ما مصير طاقة اهتزاز الصفيحة الكاملة (غير المقطعة) داخل مجال مغناطيسي بعد توقفها عن الاهتزاز ؟

الجواب // تتحول طاقة اهتزاز الصفيحة الى طاقة حرارية في الصفيحة بسبب التيارات الدوامة المتولدة فيها (على وفق قانون جول) والتي تكون كبيرة المقدار .

س // اذكر بعض المجالات التي تستثمر فيها التيارات الدوامة ؟

الجواب //

1- تستثمر التيارات الدوامة في مكابح القطارات الحديثة .
2- في كاشفات المعادن المستعملة في نقاط التفتيش الامنية وخاصة في المطارات .
3- للسيطرة على الاشارات الضوئية المنصوبة في تقاطعات بعض الطرق البرية .

س // وضح كيف تستثمر التيارات الدوامة في مكابح القطارات الحديثة ؟

الجواب // اذ توضع ملفات سلكية (كل منها يعمل كمغناطيس كهربائي) مقابل القضبان السكة

ففي الحركة الاعتيادية لا ينساب تيار كهربائي في تلك الملفات ، ولإيقاف القطار عن الحركة يدفع تيار كهربائي في تلك الملفات ، وهذا التيار يولد مجالا مغناطيسيا قويا يمر خلال القضبان الحديدية للسكة ونتيجة الحركة النسبية بين المجال المغناطيسي والقضبان تتولد تيارات دوامة فيها وفقا لقانون لنز تتولد هذه التيارات مجالاً مغناطيسا يعرقل تلك الحركة وهو المسبب الذي ولدها فيتوقف القطار عن الحركة

س // وضح كيف تستثمر التيارات الدوامة في كاشفات المعادن المستعملة حديثاً في نقاط التفتيش الامنية ؟

الجواب // يعتمد عمل كاشفات المعادن على ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي والذي تسمى غالباً الحث النبضي

يحتوي جهاز كاسف المعادن ملفين سلكيين احدهما يستعمل كمرسل والاخر كمستقبل يسلط فرق جهد متناوب على ملف الارسال فينساب في الملف تيار متناوب والذي يولد مجالا مغناطيسا متناوبا وهذا المجال المتغير مع الزمن يحث تيار في ملف الاستقبال ويقاس مقدار هذا التيار ابتدأ في حالة عدم وجود أي مادة بين الملفين عدا الهواء .
فعند مرور أي جسم موصل معدني (لا يشترط ان يكون بشكل صفيحة) بين المستقبل والمرسل سوف تتولد تيارات دوامة في ذلك الجسم المعدني فتعمل التيارات الدوامة المحتثة في الجسم المعدني على عرقلة التغير الحاصل في الفيض المغناطيسي المتولد في ملف الاستقبال وهذا يتسبب في تقليل التيار الابتدائي المقاس في المستقبل في حالة وجود الهواء بين الملفين وبهذا التأثير يمكن الكشف عن وجود القطع المعدنية في الحقائب اليدوية او في ملابس الاشخاص .



المولدات الكهربائية

المولد الكهربائي : هو جهاز يعمل على تحويل الطاقة الميكانيكية الة طاقة كهربائية بتأثير المجال المغناطيسي

وتكون المولدات الكهربائية بنوعين :

1- مولد التيار المتناوب (ac) (احادي الطور او ثلاثي الطور) .

2- مولد التيار المستمر (dc) .



مولد التيار المتناوب ac (احادي الطور)

- ★ ان اساس عمل المولد للتيار المتناوب هو ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي
- ★ الفائدة العملية من الفرشتان في المولد الكهربائي لغرض توصيل ملف نواة المولد مع الدائرة الخارجية

س // عند دوران ملف مساحة اللفة الواحدة فيه (A) بسرعة زاوية (ω)داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضه (B) منتظمة فان الفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة يعطى بشكل دالة جيب تمام $\Phi_B = B\,A\cos(\omega t)$ في حين تعطى القوة الكهربائية المحتثة على طرفي هذا الملف بشكل دالة جيبية $\varepsilon_{ind} = NBA\omega\,\sin(\omega t)$. وضح ذلك بطريقة رياضية :

يمكن ان يأتي السؤال بطريقة اخرى : اثبت ان $\varepsilon_{ind} = \varepsilon_{max}\sin(\omega t)$ المتولدة على طرفي ملف يدور بسرعة زاوية منتظمة (ω) داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضة (B) منتظم ؟

الجواب //

الفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة من الملف عند ايه لحظة زمنية يعطى بالعلاقة الاتية :

$$\Phi_B = B\,A\cos(\omega t) \quad \because \quad \text{لان} \quad \theta = \omega t$$

وعند اخذ المعدل الزمني للتغير بالفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة ($\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$)

$$\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = \frac{\Delta(BA\cos\omega t)}{\Delta t} = -BA\omega\sin(\omega t)$$

لان مشتقة $\frac{\Delta(\cos\omega t)}{\Delta t} = -\omega\sin(\omega t)$

وحسب قانون فراداي بالحث الكهرومغناطيسي فان القوة الدافعة الكهربائية المحتثة ε_{ind} في الملف تكون :

$$\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -N[-BA\omega\sin(\omega t)]$$

$$\varepsilon_{ind} = NBA\omega\sin(\omega t) \qquad \text{ان حيث} \quad \varepsilon_{max} = NBA\omega$$

$$\varepsilon_{ind} = \varepsilon_{max}\sin(\omega t)$$

خلاصة قوانين وملاحظات الفولتية المتناوبة

1- لحساب الفولطية المحتثة اللحظية (الآنية) من العلاقة الآتية :

$$\varepsilon_{ind} = \varepsilon_{max} \sin(\omega t)$$

2- لحساب الفولطية المحتثة العظمى (ذروة الفولطية) من العلاقة الآتية :

$$\varepsilon_{max} = NBA\omega$$

3- عندما ربط طرفي هذا الملف في دائرة خارجية مقاومتها الكلية (R) يتولد تيار محتث لحظي (اني) جيبي الموجة يسمى بالتيار المتناوب الذي يكون متغير بالمقدار واتجاهه دوري مع الزمن أي لحساب التيار الاني (اللحظي) من العلاقة الآتية :

$$I_{ind} = \frac{\varepsilon_{ind}}{R}$$ او $$I_{ind} = I_{max} \sin(\omega t)$$

5- لحساب التيار الاعظم (ذروة التيار) من العلاقة الآتية :

$$I_{max} = \frac{\varepsilon_{max}}{R}$$

6- (ω) تمثل السرعة الزاوية والتي تقاي بوحدة rad/sec والتي تساوي :

$$\omega = 2\pi f$$

7- (f) تمثل التردد والذي يقاس بوحدة الهرتز Hz او $(\frac{1}{sec})$.

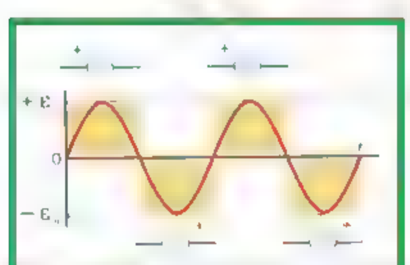
8- اما لحساب القدرة الانية او القدرة العظمى باستخدام أي من قوانين القدرة الأتية بصورة عامة :

$$P = \frac{V^2}{R}$$ $$P = I^2 \times R$$ $$P = I \times V$$

9- الشكل يوضح التغير الدوري وفق المعادلة $\varepsilon_{ind} = \varepsilon_{max} \sin(\omega t)$ بان الفولتية اللحظية دالة جيبية متغيرة .

س // ما يحصل لمقدار الفولتية المحتثة (ε_{ind}) عند دوران ملف داخل مجال مغناطيسي منتظم ؟

الجواب //



1- تأخذ بالازدياد تدريجيا من الصفر عند ($t = 0$) حتى تصل الى مقدارها الاعظم (ε_{max}) بعد ربع دورة فيكون ($\omega t = 90° = \frac{\pi}{2}$) عندها

$$\varepsilon_{ind} = \varepsilon_m \sin\frac{\pi}{2} \Rightarrow \varepsilon_{ind} = \varepsilon_m$$

2- تتناقص الفولطية الانية تدريجيا حتى تصل الى الصفر مرة اخرى في اللحظة التي تكون عندها ($\omega t = 180° = \pi$) أي :

$$\varepsilon_{ind} = \varepsilon_m \sin\pi \Rightarrow \varepsilon_{ind} = 0$$

3- ثم يأخذ مقدار القوة الكهربائية بالازدياد تدريجيا بالاتجاه السالب حتى تصل الى مقدارها الاعظم في اللحظة الت تكون ($\omega t = 270° = \frac{3\pi}{2}$) أي :

$$\varepsilon_{ind} = \varepsilon_m \sin\frac{3\pi}{2} \Rightarrow \varepsilon_{ind} = -\varepsilon_m$$

4- بعدها يهبط مقدار القوة الكهربائية المحتثة تدريجيا الى الصفر عندما يكمل الملف دورة كاملة أي عند اللحظة التي تكون (ε_{max}) بعد ربع دورة يكون ($\omega t = 360° = 2\pi$) :

$$\varepsilon_{ind} = \varepsilon_m \sin 2\pi \Rightarrow \varepsilon_{ind} = 0$$

س //

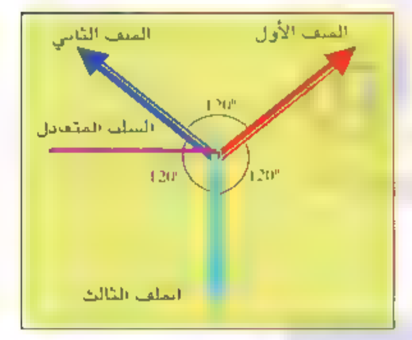
- ما الذي ينتج عند دوران ملف مولد بسرعة زاوية منتظمة داخل فيض مغناطيسي كثافة فيضة منتظمة لدورة كاملة ؟
- ومتى تكون الفولطية المتولدة من دوران ملف المولد جيبيه الموجة ؟

الجواب //

- تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة جيبيه بقطبية تنعكس مرتين في الدورة الواحدة (الكاملة) .
- عندما تدور نواة المولد بسرعة زاوية منتظمة ، وعندما يكون الفيض المغناطيسي منتظم .

مولد التيار المتناوب ذي الاطوار الثلاثة

س // مم يتألف مولد التيار المتناوب ذي الاطوار الثلاثة ؟ وما الفائدة العملية منه ؟ موضحا ذلك بالرسم ؟



الجواب // يتألف من ثلاث ملفات حول النواة تربط ربطاً نجمياً تفصل بينهما زوايا متساوية قياسها (120°) وتربط اطرافها الاخرى مع سلك يسمى بالسلك المتعادل (او الخط الصفري) والتيار الخارج من هذا المولد ينقل بثلاث خطوط .

الفائدة العملية : من هذا المولد يجهز تياراً متناوباً ذي مقدار اكبر من التيار الذي يجهزه المولد المتناوب احادي الطور .

س // وزاري // ماذا يتولد عند دوران ثلاث ملفات تفصل بعضها عن البعض زوايا متساوية القياس كل منها (120°) في مولد التيار المتناوب ؟

مولد التيار المستمر

س // كيف يمكن تحويل مولد التيار المتناوب (ac) الى مولد التيار المستمر (dc) ؟

والسؤال بطريقة اخرى : كيف يمكن جعل التيار الخارج من مولد باتجاه واحد

الجواب // وذلك باستبدال الحلقتين المعدنيتين (حلقتا الزلق) بحلقة معدنية واحدة تتألف من نصفين معزولين عزلاً كهربائياً تسميان المبادل ويتماسان مع الفرشتان من الكاربون لغرض ربط الملف مع الدائرة الخارجية . حيث يكون عدد قطع المبادل ضعف عدد الملفات

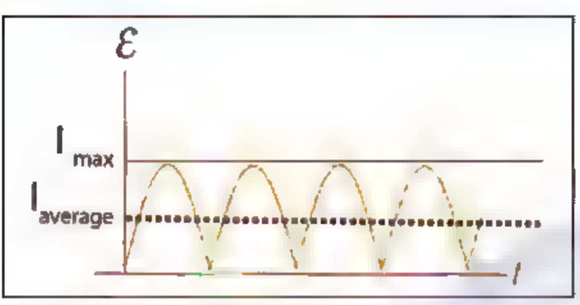
س // ما المقصود بالمبادل في مولد التيار المستمر ؟ وما الفائدة العملية منه ؟

الجواب // المبادل هو عبارة عن حلقة معدنية واحدة تتألف من نصفين معزولين عن بعضهما عزلاً كهربائياً ويتماسان مع الفرشتان من الكاربون لغرض ربط الملف مع الدائرة الخارجية .
الفائدة العملية منه : يجعل التيار المنساب في الدائرة الخارجية للملف باتجاه واحد .

س // بماذا يمتاز التيار الذي يجهزه مولد التيار المستمر ؟ موضحا ذلك بالرسم ؟

الجواب // يمتاز بانه متغير المقدار (نبضي) وثابت الاتجاه ومقداره المتوسط يعطى I_{av} بالعلاقة الاتية :

$$I_{av} = 0.636\ I_{max}$$



س // هل يمكن جعل التيار الخارج من مولد التيار المستمر ذي الملف الواحد اقرب الى تيار النضيدة ؟ ولماذا ؟

الجواب // نعم . وذلك بزيادة عدد الملفات حول النواة بحيث تحصر بينها زوايا متساوية



مثال 4

ملف سلكي يتألف من (500 لفة) دائرية قطرها ($4\ cm$) وضع بين قطبي مغناطيس ذي فيض مغناطيسي منتظم ، عندما كان الفيض المغناطيسي يصنع زاوية ($30°$) مع مستوي اللفة ، فاذا تناقصت كثافة الفيض المغناطيسي خلال الملف بمعدل $\left(0.2\ \frac{T}{sec}\right)$ أحسب مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الملف ؟



الحل

لان الزاوية المعطاة بين مستوي الملف A وكثافة الفيض المغناطيسي $\vec{B}$ $\quad \theta = 90° - 30° = 60°$

$$\text{القطر} = 4\ cm \Rightarrow r = 2\ cm \Rightarrow r = 2 \times 10^{-2}\ m$$

$$A = \pi r^2 = \pi \times (2 \times 10^{-2})^2 = 4\pi \times 10^{-4}\ m^2$$

$$\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -N\frac{A\ \Delta B\ \cos 60}{\Delta t}$$

$$\varepsilon_{ind} = -(500) \times (4\pi \times 10^{-4}) \times (-0.2) \times \cos 60$$

$$\varepsilon_{ind} = 2000\pi \times 10^{-4} \times 0.2 \times \frac{1}{2} = 2\pi \times 10^{-2}$$

$$\varepsilon_{ind} = 2 \times 3.14 \times 10^{-2}$$

$$\varepsilon_{ind} = 6.28 \times 10^{-2}\ Volt$$



المحركات الكهربائية للتيار المستمر

المحرك الكهربائي : هو وسيلة تعمل على تحويل الطاقة الكهربائية الى طاقة ميكانيكية بوجود المجال المغناطيسي . ويتركب من نفس اجزاء مولد التيار المستمر (ملف النواة ، اقطاب المجال المغناطيسي ، المبادل ، فرشتان من الكاربون) .

القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المضادة في المحرك (ε_{back}) : هي فولطية محتثة تتولد على طرفي ملف نواة المحرك اثناء دورانها داخل المجال المغناطيسي وتكون مضادة للفولطية الموضوعة طبقا لقانون لنز . وتعطى بالعلاقة الاتية :

$$\varepsilon_{back} = -N \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$$

- وسميت بالمضادة لأنها معاكسة للمسبب الذي ولدها وفق قانون لنز

س // علام يعتمد مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المضادة (ε_{back}) في المحرك الكهربائي للتيار المستمر ؟

الجواب // حسب العلاقة ($\varepsilon_{back} = -N \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$) تعتمد على :

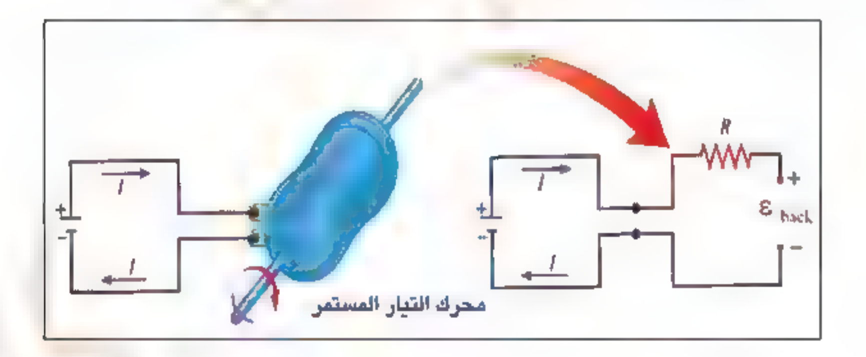
1- سرعة دوران النواة (أي المعدل الزمني للتغير بالفيض المغناطيسي $\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$)

2- عدد لفات الملف N .

س // ارسم دائرة كهربائية لمحرك كهربائي ؟ ثم بين علام يعتمد مقدار التيار المنساب في دائرة المحرك الكهربائي للتيار المستمر ؟

الجواب // الفرق بين الفولطية الموضوعة V_{applid} والقوة الدافعة الكهربائية المحتثة المضادة ε_{back} في دائرة المحرك هو الذي يحدد التيار المنساب في تلك الدائرة والذي يعطى بالعلاقة الاتية :

$$I = \frac{V_{applid} - \varepsilon_{back}}{R}$$



النجاح يأتي مع كلمة أستطيع ، الفشل يأتي مع كلمة لا أستطيع."



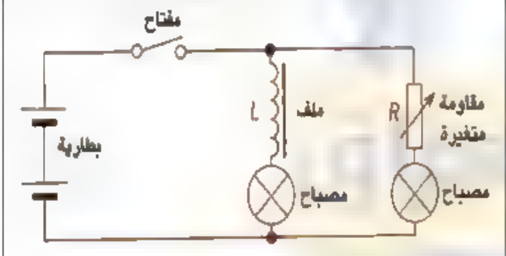

س // وضح بنشاط تاثير المحاثة في ملف مع رسم الدائرة الكهربائية لها ؟

الجواب //

ادوات النشاط : مصباحان متماثلان ، بطارية ، مقاومة متغيرة ، ملف ، مفتاح ، اسلاك توصيل .

- نربط الدائرة الكهربائية كما في الشكل ، بحيث نربط المصباحين المتماثلين على التوازي مع البطارية .
- ثم نربط مقاومة متغيرة (R) على التوالي مع احد المصباحين .
- ونربط على التوالي مع المصباح الاخر ملف اخر مقاومته تساوي مقاومة المتغير (R) وفي جوفة قلب من الحديد المطاوع لزيادة كثافة الفيض المغناطيسي لكي يكون تأثيره واضحاً .
- نغلق المفتاح ونلاحظ بعد غلق المفتاح بفترة زمنية معينة نشاهد ان كلا المصباحين يتوهجان توهجا متساوياً في الشدة بعد وصول التيار مقداره الثابت ولكن لا يصلان ذلك في ان واحد بل هنالك تأخر ملحوظ في الزمن المستغرق لتوهج المصباح المربوط على التوالي مع الملف توهجاً كاملاً عن الزمن المستغرق لتوهج المصباح المربوط على التوالي مع المقاومة المتغيرة توهجاً كاملاً .

الاستنتاج : ان التباطؤ الذي حصل في توهج المصباح المربوط مع الملف يعود الى صفة الملف التي تسمى تأثير المحاثة (او الحث الذاتي للملف) .



امثلة محلوله

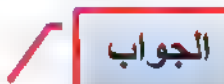
سؤال

احسب الفيض المغناطيسي لحلقة موصلة قطرها (2 cm) وضعت داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضة ($2.4\ T$) اذا كان مستوى الحلقة :

a- موازيا الى اتجاه كثافة الفيض المغناطيسي .

b- عموديا على متجه كثافة الفيض المغناطيسي .

c- يصنع زاوية مقدارها (30°) مع متجه كثافة الفيض المغناطيسي .



الجواب

$$A = \pi r^2 = 3.14 \times (1 \times 10^{-2})^2 = 3.14 \times 10^{-4}\ \text{m}^2$$

$$a - \Phi_B = BA\cos\theta = 2.4 \times 3.14 \times 10^{-4} \cos 90 = 0$$

$$b - \Phi_B = BA\cos\theta = 2.4 \times 3.14 \times 10^{-4} \cos 0$$

$$\Phi_B = 7.536 \times 10^{-4}\ web$$

$$c - \Phi_B = BA\cos(90 - \theta) = 2.4 \times 3.14 \times 10^{-4} \times \cos(90 - 30)$$

$$\Phi_B = 2.4 \times 3.14 \times 10^{-4} \times \cos 60$$

$$\Phi_B = 7.85 \times 10^{-4} \times 0.5 = 3.768 \times 10^{-4} web$$

الواجبات البيتية

س / 1 / جسم شحنته ($200 \ \mu C$) يتحرك بانطلاق $(50\ m/s)$ داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $(15T)$ احسب مقدار القوة المغناطيسية F_B عندما تكون حركته موازية للمجال المغناطيسي مرة وعمودي مرة اخرى

س / 2 / وزاري 2015 دور2 // حلقة موصلة دائرية مساحتها $(520\ cm^2)$ ومقاومتها (5Ω) موضوعة على مستوي ورقة سلط عليها مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $(0.15T)$ باتجاه عمودي على مستوي الحلقة ، سحبت من جانبيها بقوتي شد متساويتين فبلغت مساحتها $(20\ cm^2)$ خلال فترة زمنية $(0.3sec)$ احسب مقدار التيار المحتث في الحلقة ؟ جواب / $(5 \times 10^{-2}\ A)$

س / 3 / افرض ان ساق موصلة طولها $(50\ cm)$ مقاومتها (5Ω) انزلقت على سكة موصلة مقاومتها (5Ω) بانطلاق $(150\ m/s)$ وكان التيار المار في الدائرة $(0.012A)$ الذي يقيسه جهاز الكلفانوميتر المربوط مع السكة الذي مقاومته (5Ω) فاحسب مقدار كثافة الفيض المغناطيسي ؟

س / 4 / ملف مساحة اللفة الواحد فيه $(150\ cm^2)$ وعدد لفاته (200) لفة وضع داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $(0.15T)$ احسب مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة عند دوران الملف ربع دورة خلال $(1 \times 10^{-2} sec)$ ؟

س / وزاري 2014 دور 3 // ملف لمولد دراجة هوائية نصف قطره ($2\ cm$) عدد لفاته (60) يدور داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $\left(\frac{1}{\pi}\ T\right)$ وكان اعظم مقدار للفولتية المحتثة على طرفي الملف ($32\ V$) والقدرة العظمى المجهزة للحمل المربوط مع المولد ($24\ W$) ما مقدار :

1- السرعة الزاوية التي تدور بها نواة المولد .

2- المقدار الاعظم للتيار المنساب في الحمل .

ملاحظة :- لتحويل السرعة الزاوية من (rav/min) الى (rad/sec) نضرب في $\frac{2\pi}{60}$

الحث الذاتي

ظاهرة الحث الذاتي : هي ظاهرة توليد قوة دافعة كهربائية في ملف نتيجة حصول تغير مقدار التيار المنساب لوحدة الزمن في الملف نفسة .

س / اشتق العلاقة الرياضية لحساب القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الذاتية (ε_{ind}) في ملف ؟

الجواب //

انسياب تيار كهربائي مستمر في ملف يسبب فيض مغناطيسي ويتناسب معه طرديا : $N\Phi_B \, \alpha \, I$

$$N\Phi_B = LI$$

واذا تغير التيار بمعدل زمني في ملف يسبب تغير بمعدل زمني للفيض مغناطيسي أي : $N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = L\frac{\Delta I}{\Delta t}$

نضرب الطرفين $\times -1$

$$-\left(N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}\right) = -\left(L\frac{\Delta I}{\Delta t}\right)$$

$$\because \varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

ومنها يمكن حساب القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الذاتية في الملف

$$\therefore \varepsilon_{ind} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

حيث ان :

ε_{ind} : القوة الدافعة الكهربائية المحتثة ، حيث تكون قيمتها موجبة عند التلاشي وسالبة عند النمو لأنها تعاكس المعدل الزمني لتغير التيار الذي سبب تولدها وفق قانون لنز .

$\frac{\Delta I}{\Delta t}$: المعدل الزمني لتغير التيار . ويكون عند نمو التيار (لحظة غلق مفتاح الدائرة) موجب لان $(I_2 > I_1)$

واما عند تلاشي التيار (لحظة فتح مفتاح الدائرة) سالب لان $(I_2 < I_1)$

L : معامل الحث الذاتي للملف وهو خاصية من خواص كل ملف وثابت للملف الواحد ولا يتغير الا بتغير خواص ذلك الملف ووحدة قياسه الهنري (Henry)او بالرمز (H) حيث ان (Henry=Volt . sec / Ampere)

- عندما ينعكس التيار فان $(I_2 = -I_1)$ أي $(\Delta I = -2I)$.

معامل الحث الذاتي (L) : هو النسبة بين القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في ملف الى المعدل الزمني لتغير التيار في الملف نفسة والذي يمكن حسابه من العلاقة الاتية :

$$L = -\frac{\varepsilon_{ind}}{\frac{\Delta I}{\Delta t}}$$




الهنري (Henry) : هو وحدة قياس معامل الحث الذاتي لملف اذا تغير فيه بمعدل امبير لكل ثانية تتولد فيه قوة دافعة كهربائية محتثه على طرفيه مقدارها فولت واحد .

س مهم // وزاري مكرر // ما هي العوامل التي يتوقف عليها معامل الحث الذاتي لملف :

الجواب //

1- عدد لفات الملف .
2- حجم الملف .
3- الشكل الهندسي للملف .
4- النفوذية المغناطيسية للمادة في جوف الملف .

****

المعادلة العامة للدائرة الحثية :

$$V_{app} = V_{net} + \varepsilon_{ind}$$

بما ان صافي الفولتية V_{net} تساوي

$$V_{net} = I_{ins} \times R$$

تصبح المعادلة الحثية

$$V_{app} = I_{ins} \times R + \varepsilon_{ind}$$

بما ان القوة الدافعة الكهربائية المحتثة ε_{ind}

$$\varepsilon_{ind} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} \quad or \quad \varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$$

فتصبح المعادلة العامة للدائرة الحثية على الصيغتين الاتيتين :

$$V_{app} = I_{ins} \times R + L\frac{\Delta I}{\Delta t} \quad or \quad V_{app} = I_{ins} \times R + N\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$$

حيث ان

V_{app} : الفولتية الموضوعة او المطبقة على الملف . V_{net} : صافي الفولتية في الدائرة .

ε_{ind} : القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الانية في الملف . I_{ins} : التيار الاني او اللحظي المنساب في الدائرة

R : مقاومة الملف




انتباه : توجد ثلاث حالات للمعادلة العامة الحثية مهمه جدا :

1-لحظة غلق الدائرة فان $(I_{ins} = 0)$ هذا يعني المعدل الزمني لتغير التيار $(\frac{\Delta I}{\Delta t})$ اعظم ما يمكن فتصبح المعادلة العامة للدائرة الحثية على الصيغتين الاتيتين :

$$V_{app} = N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$$ او $$V_{app} = L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

2- بعد غلق الدائرة فان $(I_{ins} > 0)$ هذا يعني $(\frac{\Delta I}{\Delta t})$ يقل مقداره وكذلك $(\frac{\Delta\Phi}{\Delta t})$ حيث تصبح المعادلة العامة للدائرة الحثية على الصيغتين الاتيتين :

$$V_{app} = I_{ind} \times R + N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$$ او $$V_{app} = I_{ind} \times R + L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

3- عندما يصل التيار الاني الى مقداره الثابت (الاعظم) اي $(I_{ins} = \text{ثابت})$ هذا يعني $(I_{ins} = I_{const})$ وبذلك يكون $(\frac{\Delta I}{\Delta t} = 0)$ و $(\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 0)$ فتصبح المعادلة العامة للدائرة الحثية على الصيغة الاتية :

$$I_{con} = \frac{V_{app}}{R} \Rightarrow V_{app} = I_{con} \times R$$

★ اما عندما تعطى القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على شكل نسبة منوية من الفولتية الموضوعة او يعطى التيار الاني كذلك كنسبة منوية من قيمته الثابتة نكتب كما يأتي :

$$I_{ind} = X\,\%\,I_{const}$$ $$\varepsilon_{ind} = X\,\%\,V_{app}$$

****

★ عندما ينساب تيار كهربائي مستمر I في ملف عدد لفاته N فانه سيخترق لملف فيض مغناطيسي يعطى بالعلاقة الاتية :

$$N\Phi_B = L\,I$$

حيث ان : Φ_B تمثل الفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة

$N\Phi_B$ تمثل الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف (الفيض الكلي)

★ اما عندما يكون التغير بالتيار المنساب ΔI في ملف عدد لفاته N فانة سيخترق الملف التغير بالفيض مغناطيسي الذي يعطى بالعلاقة الاتية :

$$N\Delta\Phi_B = L\,\Delta I$$

حيث ان : $\Delta\Phi_B$ تمثل الفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة

$N\Delta\Phi_B$ تمثل الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف (الفيض الكلي)

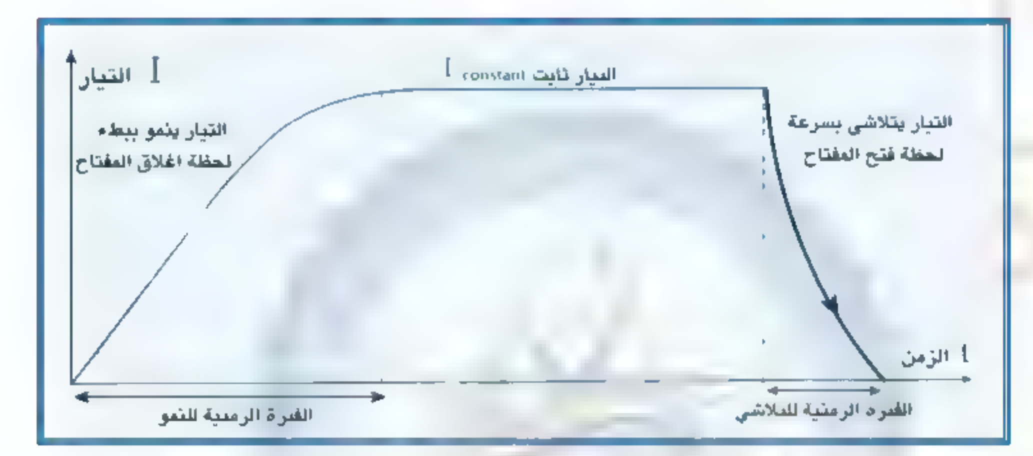
★ اما عندما يتغير التيار المنساب بمعدل زمني $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ فان الفيض المغناطيسي المتولد يتغير بمعدل زمني $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ أي ان

$$N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

في الملاحظة رقم (4 ، 5 ، 6) للملف لا نعوض عن عدد اللفات N ولكن فقط نعوض عن عدد اللفات N عند اللفة الواحدة لإيجاد الفيض او التغير بالفيض او المعدل الزمني للتغير بالفيض المغناطيسي

س / ارسم شكل يوضح ان زمن تلاشي التيار من مقداره الثابت الى الصفر اصغر من زمن تنامي التيار من الصفر الى مقداره الثابت ؟ مع ذكر السبب ؟

الجواب //



1- لبيان سبب ان زمن تنامي التيار من الصفر الى مقداره الثابت يكون كبير في الملف : بسبب خاصية الحث الذاتي للملف وتولد قوة دافعة محتثه ذاتية بقطبية معاكسة للفولطية المطبقة (الموضوعة) على الملف فهي تعرقل التزايد في التيار .

2- اما لبيان سبب ان زمن تلاشي التيار من المقدار الثابت الاعظم الى الصفر يكون قصير في الملف : بسبب تولد قوة دافعة محتثه ذاتية على طرفي الملف بالقطبية نفسها للفولطية المطبقة (الموضوعة) على الملف بذلك تزيد من تلاشي من سرعة التيار ، وكذلك بسبب ظهور فجوة هوائية بين جزني المفتاح تجعل مقاومة الدائرة كبيرة جدا .

الطاقة المختزنة في المحث

ان الطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي للمحث تكون بشكل طاقة مغناطيسية ، وهذه الطاقة تتناسب طرديا مع مربع التيار الثابت ولحسابها تعطى بالعلاقة الاتية :

$$PE = \frac{1}{2} L I^2$$

حيث ان :

L : يمثل مقدار معامل الحث الذاتي في المحث .

I : يمثل التيار الثابت المنساب في المحث .

★ ملاحظة : ان المحث يعد ملفاً مهمل المقاومة ، وهذا يعني ان المحث لا يتسبب في ضياع الطاقة .

واجب // قارن بين الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة والطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي للمحث .

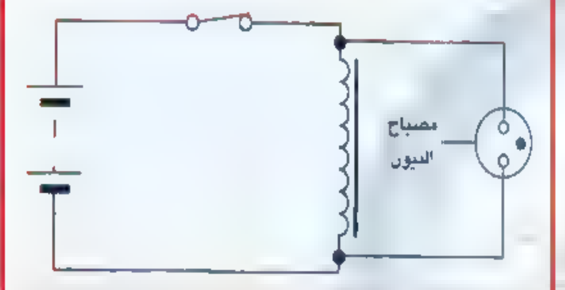
نشاط (2) : يوضح تولد القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الذاتية على طرفي الملف

مهم

س // اشرح نشاط يوضح تولد القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الذاتية ε_{ind} على طرفي الملف ؟

الجواب //

ادوات النشاط : بطارية ذات فولتية (9V) ، مفتاح ، ملف سلكي في جوفه قلب من الحديد المطاوع ، مصباح نيون يحتاج (80V) ليتوهج .



خطوات النشاط :

- نربط الملف والمفتاح والبطارية على التوالي مع بعض .
- نربط مصباح النيون على التوازي مع الملف ، لاحظ الشكل
- نغلق دائرة الملف والبطارية بواسطة المفتاح ، لا نلاحظ توهج المصباح .
- نفتح دائرة الملف والبطارية بواسطة المفتاح نلاحظ توهج مصباح النيون بضوء ساطع لبرهة من الزمن ، على الرغم من فصل البطارية عن الدائرة .

الاستنتاج من النشاط :

اولاً : عدم توهج مصباح النيون لحظة اغلاق المفتاح كان بسبب الفولتية الموضوعة على طرفيه لم تكن كافية لتوهجه ، وذلك لان نمو التيار من الصفر الى مقداره الثابت يكون بطيئا نتيجة لتولد قوة دافعة كهربائية محتثه في الملف تعرقل المسبب لها علو وفق قانون لنز .

ثانياً : توهج مصباح النيون لحظة فتح المفتاح كان بسبب تولد فولتية كبيرة على طرفيه تكفي لتوهجه. وتفسير ذلك هو نتيجة التلاشي السريع للتيار خلال الملف تتولد على طرفي الملف قوة دافعة كهربائية محتثه ذاتية كبيرة المقدار فيعمل الملف في هذه الحالة كمصدر طاقة يجهز المصباح بفولتية تكفي لتوهجه .

واجب // وزاري / علل : يتوهج مصباح النيون المربوط على التوازي مع ملف بضوء ساطع لبرهة قصيرة من الزمن لحظة فتح المفتاح على الرغم من فصل البطارية عن الدائرة ؟

واجب // وزاري / اشرح تجربة توضح ظاهرة الحث الذاتي ؟ الجواب // هو نفس التجربة السابقة .

مثال 4 مهم جداً وزاري ومكرر

ملف معامل حثه الذاتي ($2.5\ mH$) وعدد لفاته (500) لفه ، ينساب فيه تيار مستمر (4 A) أحسب :

1- مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة .

2- الطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي للملف .

3- معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف إذا انعكس اتجاه التيار خلال ($0.25\ s$) .



$1- N\Phi_B = L\,I$

$$500 \times \Phi_B = 2.5 \times 10^{-3} \times 4 \quad \Rightarrow$$

$$\Phi_B = \frac{10 \times 10^{-3}}{500} = 0.02 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-5}\, Web$$

$2- PE = \frac{1}{2} L\, I^2$

$$PE = \frac{1}{2} \times 2.5 \times 10^{-3} \times (4)^2 = 0.02\, Joul$$

$3- \varepsilon_{ind} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

لان عندما ينعكس التيار يكون : $(\Delta I = -2I)$ او $(I_2 = -I_1)$ أي ان : $(\Delta I = -8A)$

$$\varepsilon_{ind} = -2.5 \times 10^{-3} \times \frac{(-8)}{0.25} = 0.08\, Volt.$$



الحث المتبادل

س/ اشرح تجربة توضح فيها ظاهرة الحث المتبادل ؟ او بصيغة اخرى :

(وضح عمليا كيف تستحث قوة دافعة كهربائية في الملف الثانوي نتيجة لتغير تيار الملف الابتدائي لوحدة الزمن)

الجواب //

نفرض وجود ملفين سلكيين متجاورين كما في الشكل . فالتيار المنساب في الملف الابتدائي ملف رقم (1) يولد مجالاً مغناطيسياً (B) وفيضه المغناطيسي Φ_{B1} يخترق الملف الثانوي ، فاذا تغير التيار المنساب في الملف الابتدائي لوحدة الزمن يتغير تبعاً لذلك الفيض المغناطيسي Φ_{B2} الذي يخترق الملف الثانوي ملف رقم (2) لوحدة الزمن ، وعلى وفق قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي تتولد قوة دافعة كهربائية محتثه (ε_{ind2}) في الملف الثانوي الذي عدد اللفات فيه (N_2) .

- لحساب القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف الثانوي بسبب تغير الفيض في الملف الثانوي لوحدة الزمن :

$$\varepsilon_{ind(2)} = -N_2 \frac{\Delta \Phi_{B(2)}}{\Delta t}$$

- وكذلك لحساب القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف الثانوي بسبب تغير التيار في الملف الابتدائي لوحدة الزمن :

$$\varepsilon_{ind(2)} = -M \frac{\Delta I_{(1)}}{\Delta t}$$



حيث ان :

$\varepsilon_{ind(2)}$: القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف الثانوي .

M : معامل الحث المتبادل بين الملفين ويقاس بوحدة قياس معامل الحث الذاتي (L) وهي الهنري (H) .

$(\Delta I_1 = I_2 - I_1)$: تغير التيار في الملف الابتدائي .

ظاهرة الحث المتبادل : هي ظاهرة توليد قوة دافعة كهربائية محتثه في الملف الثانوي نتيجة لتغير تيار الملف الابتدائي لوحدة الزمن .

ملاحظة مهمه

1- $\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$ ويكون عند نمو التيار (لحظة غلق مفتاح الدائرة) موجب لان $(I_2 > I_1)$ و $\varepsilon_{ind(2)}$ تكون سالبة لأنها تعاكس المسبب الذي ولدها حسب قانون لنز .

2- $\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$ ويكون عند تلاشي التيار (لحظة فتح مفتاح الدائرة) سالباً لان $(I_2 < I_1)$ و $\varepsilon_{ind(2)}$ تكون موجبة لأنها تعاكس المسبب الذي ولدها حسب قانون لنز .

3- عندما يكون الملف الثانوي مربوط الى دائرة خارجية ذات مقاومة (R) يتولد تيار محتث اني لحظي يحسب من العلاقة الاتية :

$$I_{(2)} = \frac{\varepsilon_{ind(2)}}{R_2}$$

4- لحساب القوة الدافعة الكهربائية في الملف الابتدائي حسب المعادلة الحثية العامة :

$$\varepsilon_{ind(1)} = -L\frac{\Delta I_1}{\Delta t} \quad or \quad \varepsilon_{ind(1)} = -N\frac{\Delta \Phi_{B1}}{\Delta t}$$

$$V_{app} = I_{ind} \times R_1 + \varepsilon_{ind(1)}$$

5- ان الفيض المغناطيسي الذي يخترق كل لفه من لفات الملف الثانوي يتناسب مع التيار المنساب في الملف الابتدائي والذي يعطى بالعلاقة الاتية :

$$N_2\Phi_{B2} = M\, I_1$$

6- عندما يتغير التيار المنساب في الملف الابتدائي يتغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف الثانوي والذي يعطى بالعلاقة الاتية :

$$N_2\Delta\Phi_{B2} = M\,\Delta I_1$$

7- عندما يكون اقتران تام بين ملفي القلب المغلق (الابتدائي والثانوي) لذا فان معامل الحث المتبادل بينهما يحسب من العلاقة الاتية :

$$M = \sqrt{L_1 \times L_2}$$

معامل الحث المتبادل بين الملفين : هو النسبة بين القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في ملف الى المعدل الزمني لتغير التيار في الملف اخر مجاور له او محيط به .

س/ ما هي العوامل التي يعتمد عليها معامل الحث المتبادل بين ملفين جوفهما هواء ؟

الجواب //

1- ثوابت الملفين (L_1 , L_2) اي (حجم كل ملف والشكل الهندسي لكل ملف وعدد حلقات كل ملف والنفوذية المغناطيسية للمادة في جوف كل ملف)
2- وضعية كل ملف .
3- الفاصلة بين الملفين

س/ علام يعتمد معامل الحث المتبادل بين ملفين بينهما قلب مغلق من الحديد المطاوع ؟

الجواب // يعتمد على ثوابت الملفين (L_1 , L_2) .

س/ كيف يعمل جهاز التحفيز المغناطيسي خلال الدماغ ؟ وما هو اساس عمله ؟

الجواب //

وذلك بتسليط تيار متغير مع الزمن على الملف الابتدائي الذي يمسك على منطقة دماغ المريض ، فالمجال المغناطيسي المتغير والمتولد بواسطة هذا الملف يخترق دماغ المريض مولدا قوة دافعة كهربائية محتثه فيه ، وهذا بدورها تولد تيارا محتثا يشوش الدوائر الكهربائية في الدماغ ، وبهذا تعالج بعض الامراض النفسية مثل الكآبة .

اما اساس عمله : هو الحث المتبادل .



ملفان متجاوران ملفوفين حول حلقة مقفلة من الحديد المطاوع ، ربط بين طرفي الملف الابتدائي بطارية فرق الجهد بين طرفيها ($100\ V$) ومفتاح على التوالي ، فاذا كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي ($0.5\ H$) ومقاومته ($20\ \Omega$) أحسب مقدار :

1- المعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الابتدائي لحظة اغلاق الدائرة .
2- معامل الحث المتبادل بين الملفين اذ تولدت قوة دافعة كهربائية محتثه بين طرفي الملف الثانوي مقدارها ($40\ V$) لحظة اغلاق المفتاح في دائرة الملف الابتدائي .
3- التيار الثابت المنساب في دائرة الملف الابتدائي بعد اغلاق الدائرة .
4- معامل الحث الذاتي للملف الثانوي .



$$1 - V_{app} = I_{ind} \times R + L\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$V_{app} = \varepsilon_{ind\,(1)} = L\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$100 = 0.5 \times \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta I_1}{\Delta t} = \frac{100}{0.5} = 200\ A/sec$$




لحساب معامل الحث المتبادل بين الملفين لدينا العلاقة التالية :

$$2- \varepsilon_{ind\,(2)} = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

بما ان التيار في دائرة الملف الابتدائي يكون متزايدا $\left(\frac{\Delta I}{\Delta t} > 0\right)$ لحظة اغلاق المفتاح فان ε_{ind} تكون بإشارة سالبة :

$$-40 = -M \times 200 \quad \Rightarrow \quad M = \frac{-40}{-200} = 0.2\ H$$

$$3- I_{const} = \frac{Vapp}{R} = \frac{100}{20} = 5\ A$$

$$4- M = \sqrt{L_1 \times L_2} \quad \Rightarrow \quad 0.2 = \sqrt{0.5 \times L_2}$$

نربع الطرفين نحصل على :

$$0.04 = 0.5 \times L_2 \quad \Rightarrow \quad L_2 = \frac{0.04}{0.5} = 0.08\ H$$

المجالات الكهربائية المحتثة

س/ ما سبب حركة الشحنات (التيار) في حلقة موصلة مقفلة ؟ وضح ذلك ؟

الجواب // المجالات الكهربائية والمغناطيسية هي التي تسبب حركة الشحنات خلال الحلقة الموصلة .
ولتوضيح ذلك : عند وضع تلك الحلقة داخل مجال مغناطيسي متغير في المقدار ينساب تيار محتث فيها حسب قانون فراداي وحركة الشحنات داخل الحلقة هو نتيجة لتولد مجال كهربائي يؤثر في الشحنات باتجاهات مماسيه ويسمى هذا المجال بالمجال الكهربائي المحتث وكما موضح في الشكل . حيث ان المجال الكهربائي يعتبر هو العامل الاساسي في نشوء التيار المحتث .



س / ما المقصود بالمجالات الكهربائي المحتث ؟ او (ما المقصود بالمجالات الكهربائية غير المستقرة) ؟

الجواب // هو المجال المتولد نتيجة للتغيرات الحاصلة في الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن $\left(\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}\right)$.

س / ما المقصود بالمجالات الكهربائية المستقرة ؟

الجواب // هو المجال التي تنشأ بوساطة الشحنات الكهربائية الساكنة .

س // واجب // قارن بين المجالات الكهربائية المستقرة والمجالات الكهربائية غير المستقرة ؟




بعض التطبيقات العملية لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي

بعض التطبيقات العملية لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي

1- بطاقة الائتمان .

2- القيثار الكهربائي .

3- الطباخ الحثي .

س / ما الذي يحصل عند تحريك بطاقة الائتمان امام ملف سلكي ؟

الجواب // عند تحريك بطاقة الائتمان (بطاقة خزن المعلومات) الممغنطة امام ملف سلكي يستحدث تيار كهربائي ثم يضخ هذا التيار ويحول الى نبضات للفولتية تحتوي المعلومات .

س / ما الذي يحصل عندما تهتز اوتار القيثار الكهربائي ؟

الجواب // اوتار القيثار الكهربائي المعدنية (المصنوعة من مواد فيرومغناطيسية) تتمغنط اثناء اهتزازها بوساطة ملفات سلكية يحتوي كل منها بداخلة ساقا مغناطيسية . توضع هذه الملفات في مواضع مختلفة تحت الاوتار المعدنية للقيثار الكهربائي وعندما تهتز هذه الاوتار يستحث تيار كهربائي متناوب تردده يساوي تردد الاوتار ، ثم يوصل الى مضخم .

س / اشرح عمل الطباخ الحثي ؟

الجواب // يوضع تحت السطح العلوي للطباخ ملف سلكي ينساب فيه تيار متناوب ، ويحث هذا التيار مجالاً مغناطيسياً ينتشر نحو الخارج وبمرور التيار المتناوب خلال قاعدة الاناء اذا كان مصنوع من المعدن تتولد تيارات دوامة في قاعدة الاناء المعدني وبذلك تسخن قاعدة الاناء فيقل الماء الذي يحتويه .

اما اذا كان الوعاء من الزجاج فلا تتولد تيارات دوامه في قاعدته لان الزجاج مادة عازله ولا يسخن الماء الذي يحتويه ، وعند لمس السطح العلوي للطباخ الحثي لا تشعر بسخونة السطح .

لا يصل الناس الى حديقة النجاح دون ان يمروا بمحطات التعب و الفشل و اليأس وصاحب الارادة القوية لا يطيل الوقوف في هذه المحطات







امثلة محلولة

سؤال

طبقت فولتية ($100\ V$) على ملف مقاومته ($50\ \Omega$) فكان المعدل الزمني لنمو التيار($300\ A/s$) في الملف أحسب مقدار :

1- القوة الدافعة الكهربائية المحتثة عندما تكون (75 %) من الفولتية المطبقة .
2- معامل الحث الذاتي للملف .
3- التيار الاني في الملف .

الجواب

$$1-\ \varepsilon_{ind} = 75\% V_{app} = \frac{75}{100} \times 100 = 75\ Volt$$

$$2-\ \varepsilon_{ind} = -L \times \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow -75 = -L \times 300 \Rightarrow L = \frac{-75}{-300} = 0.25\ H$$

$$3-\ V_{app} = I_{ind} \times R + L\frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow 100 = I_{ins} \times 50 + 0.25 \times 300$$

$$100 = I_{ins} \times 50 + 75 \Rightarrow 100 - 75 = I_{ins} \times 50$$

$$\Rightarrow 25 = I_{ins} \times 50 \Rightarrow I_{ins} = \frac{25}{50} = 0.5\ A$$

سؤال وزاري

ملف مقاومته ($12\ \Omega$) وكانت الفولطية الموضوعة في دائرته ($240\ V$) والطاقة المغناطيسية المختزنة في الملف عند ثبوت التيار ($360\ J$) أحسب :

1- معامل الحث الذاتي للملف .
2- القوة الدافعة الكهربائية لحظة غلق الدائرة .
3- المعدل الزمني لتغير التيار لحظة ازدياد التيار الى (80%) من مقداره الثابت .

الجواب

$$1-\ I_{const} = \frac{V_{app}}{R} = \frac{240}{12} = 20\ A$$

$$PE = \frac{1}{2} L I^2 \Rightarrow 360 = \frac{1}{2} \times L \times (20)^2 \Rightarrow 360 = \frac{1}{2} \times L \times 400$$

$$360 = 200 \times L \Rightarrow L = \frac{360}{200} = 1.8\ H$$

$2 - V_{app} = \varepsilon_{ind} \Rightarrow 240 = \varepsilon_{ind}$

$\therefore \varepsilon_{ind} = 240\ Volt$

$3 - I_{ins} = 80\%\ I_{const}$

$$I_{ins} = \frac{80}{100} \times 20 = 16\ A$$

$$V_{app} = I_{ind} \times R + L\frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow 240 = 16 \times 12 + 1.8 \times \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$240 = 192 + 1.8 \times \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow 240 - 192 = 1.8 \times \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{48}{1.8} = 26.66\ A/sec$$

سؤال

س/ وزاري2017- دور 1 / مهم / ملف معامل حثه الذاتي (0.5 H) وضعت علية فولتية مستمرة مقدارها (100 V) فكان مقدار التيار الثابت المنساب في دائرة الملف بعد اغلاق الدائرة (5 A) احسب مقدار :

(1) المعدل الزمني لتغير التيار في الملف لحظة اغلاق الدائرة .

(2) المعدل الزمني لتغير التيار في الملف لحظة زيادة التيار الى (3 A) .

الجواب

ولان لحظة غلق الدائرة ($I_{ins} = 0$)

$$1 - V_{app} = I_{ind} \times R + L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$V_{app} = L \times \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{V_{app}}{L} = \frac{100}{0.5} = 200\ A/s$$

$$2 - R = \frac{V_{app}}{I_{const}} = \frac{100}{5} = 20\ \Omega$$

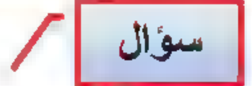
فان لحظة ازدياد التيار الى (3A) اي $I_{ins} = 3$

$$V_{app} = I_{ind} \times R + L \times \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$100 = 3 \times 20 + 0.5 \times \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow 0.5 \times \frac{\Delta I}{\Delta t} = 100 - 60$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{40}{0.5} = 80\ A/s$$





ملفان متجاوران عدد لفات الملف الابتدائي (50) لفه وعدد لفات الملف الثانوي (300) لفه فاذا مر تيار في الملف الابتدائي قدره ($5\ A$) الذي كان الفيض فيه ($2 \times 10^{-4}\ web$) وكان الفيض في الملف الثانوي ($1 \times 10^{-4}\ web$) أحسب :

1- معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي .

2- فرق الجهد الكهربائي المتولد في الملف الثانوي عندما يتلاشى التيار في الملف الابتدائي خلال زمن ($0.01\ s$) .

الجواب

$$1 -\ N_1 \Phi_{B1} = L_1 I_1 \quad \Rightarrow \quad 50 \times 2 \times 10^{-4} = L_1 \times 5 \quad \Rightarrow \quad 100 \times 10^{-4} = L_1 \times 5$$

$$L_1 = \frac{100 \times 10^{-4}}{5} = 0.002\ H$$

$$2 -\ N_2 \Phi_{B2} = M I_1 \quad \Rightarrow \quad 300 \times 1 \times 10^{-4} = M \times 5 \quad \Rightarrow \quad 300 \times 10^{-4} = M \times 5$$

$$M = \frac{300 \times 10^{-4}}{5} = 60 \times 10^{-4} = 0.006\ H$$

$$\Delta I_1 = I_2 - I_1 = 0 - 5 = -5A$$

$$\varepsilon_{ind2} = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad \varepsilon_{ind2} = -0.006 \times \frac{-5}{0.01}$$

$$\varepsilon_{ind2} = +0.006 \times 500 = +3\ Volt$$

الغرب ليسوا عباقرة ونحن اغبياء ،

هم فقط يدعمون الفاشل : حتى ينجح ،

ونحن نحارب الناجح : حتى يفشل .

خلاصة القوانين لحل المسائل الفصل الثاني

القوة الكهربائية : $F_E = qE$

القوة المغناطيسية : $F_B = q\,v\,B\,\sin\theta$

قوانين الساق الموصل :

1- لحساب القوة الدافعة الكهربائية الحركية المحتثة : $F_B = v\,\ell\,B\,\sin\theta$

2- لحساب التيار المحتث : $I_{ind} = \frac{\varepsilon_{motinal}}{R} \quad \frac{vB\ell}{R}$

3- لحساب القوة المغناطيسية التي تؤثر في الساق : $F_{B2} = I\,\ell B$

4- لحساب القوة الساحبة : $F_{pull} = \frac{vB^2\,\ell^2}{R}$

5- لحساب القدرة المكتسبة : $P_{pull} = F_{pull} \cdot v = \frac{v^2B^2\,\ell^2}{R}$

6- لحساب القدرة المتبددة : $P_{dissipated} = I^2R = \frac{v^2B^2\,\ell^2}{R}$

قوانين الفيض المغناطيسي :

1- لحساب الفيض المغناطيسي : $\Phi_B = B.A\cos\theta$

2- لحساب التغير في الفيض : $\Delta\Phi_B = \Delta(B.A\cos\theta)$

حيث ان :

$\Delta B = B_2 - B_1$ or $\Delta A = A_2 - A_1$

القوانين فرادي (الحث الكهرومغناطيسي):

1- لحساب القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في حلقة موصلة : $\varepsilon_{ind} = -\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$

1- لحساب القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في ملف سلكي : $\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$

2- لحساب التيار المحتث : $I_{ind} = \frac{\varepsilon_{ind}}{R}$

قوانين الحث الذاتي :

$$\varepsilon_{ind} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} \quad , \quad \varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} \quad , \quad \Delta I = I_2 - I_1$$

$$N\Phi = LI \quad , \quad N\Delta\Phi = L\,\Delta I \quad , \quad PE = \frac{1}{2}L\,I^2$$

$$V_{app} = I_{ins}\,.R + \varepsilon_{ind} \quad , \quad V_{net} = I_{ins}\,.R$$

$$V_{app} = I_{ins}\,.R + L\frac{\Delta I}{\Delta t} \quad , \quad V_{app} = I_{ins}\,.R + N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$$

$$I_{constant} = \frac{V_{app}}{R}$$

$$\varepsilon_{ind} = X\,\%\,V_{app} \quad , \quad I_{ind} = X\,\%\,I_{constant}$$

قوانين الحث المتبادل :

$$\varepsilon_{ind(2)} = -M\frac{\Delta I_1}{\Delta t} \quad , \quad M = \sqrt{L_2\,.L_1} \quad , \quad \Delta I_1 = I_2 - I_1$$

$$\varepsilon_{ind(2)} = -N_2\frac{\Delta\Phi_{B2}}{\Delta t}$$

$$N_2\Phi_{B2} = M\,I_1 \quad , \quad N_2\Delta\Phi_{B2} = M\,\Delta I_1$$

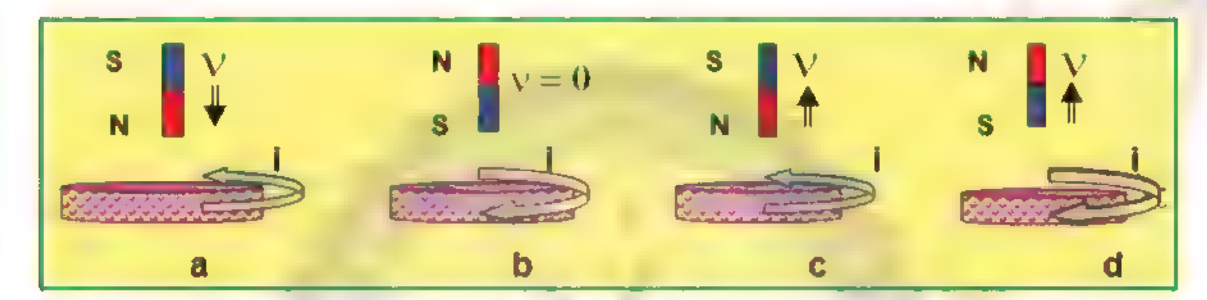
$$V_{app} = I_{ins}\,.R_1 + L_1\frac{\Delta I_1}{\Delta t} \quad , \quad V_{app} = I_{ins}\,.R_1 + N_1\frac{\Delta\Phi_1}{\Delta t}$$




إسئلة الفصل الثاني

س1 / اختر الاجابة الصحيحة لكل من العبارات الاتية :

1- أي من الاشكال الاتية تبين فيه الاتجاه الصحيح للتيار الكهربائي المحتث في الحلقة الموصلة :



الجواب // (a)

للتوضيح : يكون اتجاه المحتث باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة في الحلقة الموصلة ، اذ يتولد قطب مغناطيسي شمالي في وجه الحلقة الموصلة في اثناء اقتراب القطب الشمالي (N) للساق .

****

2- في الشكل التالي حلقة مصنوعة من النحاس وضعت في مستوى الورقة وموصولة مع المقاومة R سلط مجال مغناطيسي باتجاه عمودي على مستوى الورقة ، خارجاً من الورقة في أي حالة من الحالات التالية ينساب تيار محتث في المقاومة R من اليسار الى اليمين :

(a) عند تزايد الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة .

(b) عند تناقص الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة .

(c) عند ثبوت الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة .

(d) جميع الاحتمالات المذكورة انفاً .

للتوضيح : اذ يتولد قطب جنوبي (S) في وجه الحلقة الخلفي وقطب شمالي (N) في وجه الحلقة الامامي ، فيكون اتجاه التيار المحتث في الوجه الامامي للحلقة باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة ، فينساب تيار محتث في المقاومة (R) اتجاهه من اليسار نحو اليمين على وفق قانون لنز .

****

3- عند سقوط الساق المغناطيسية خلال حلقة واسعة من الالمنيوم موضوعة افقيا بواسطة حامل تحت الساق ، لاحظ الشكل الاتي ، فاذا نظرت الى الحلقة من موقع فوقها وباتجاه السهم لتحديد التيار المحتث فيها . فأن اتجاه التيار المحتث في الحلقة يكون :

(a) دائما باتجاه دوران عقارب الساعة .

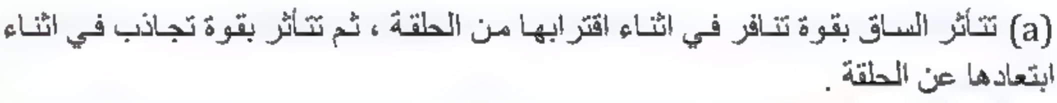
(b) دائما باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة .

(c) باتجاه دوران عقارب الساعة ، ثم يكون صفرا للحظة ، ثم يكون باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة .

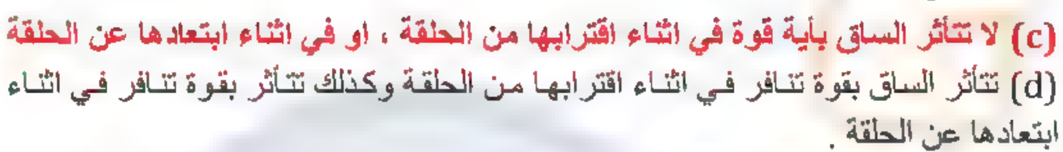
(d) باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة ، ثم يكون صفرا للحظة ، ثم يكون باتجاه دوران عقارب الساعة .



4- عند سقوط الساق المغناطيسية خلال حلقة من الالمنيوم غير مقفلة موضوعة افقيا تحت الساق ، لاحظ الشكل الاتي :


(a) تتأثر الساق بقوة تنافر في اثناء اقترابها من الحلقة ، ثم تتأثر بقوة تجاذب في اثناء ابتعادها عن الحلقة .


(b) تتأثر الساق بقوة تجاذب في اثناء اقترابها من الحلقة ، ثم تتأثر بقوة تنافر في اثناء ابتعادها عن الحلقة .

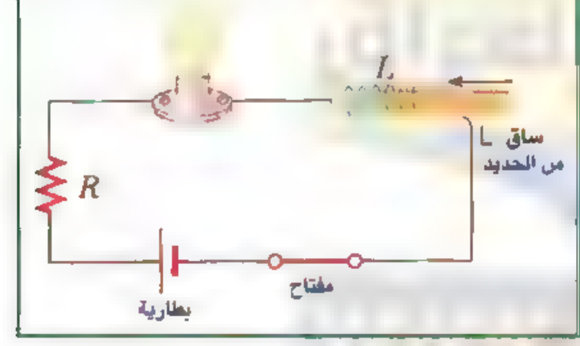

(c) لا تتأثر الساق بأية قوة في اثناء اقترابها من الحلقة ، او في اثناء ابتعادها عن الحلقة

(d) تتأثر الساق بقوة تنافر في اثناء اقترابها من الحلقة وكذلك تتأثر بقوة تنافر في اثناء ابتعادها عن الحلقة .

للتوضيح : بما ان الحلقة غير مقفلة لا يتولد تيار محتث لكي يولد مجالا مغناطيسياً معاكساً بتاثيره للتغير بالمجال المغناطيسي الخارجي المسبب لتوليد هذا التيار حسب قانون لنز .

****

5- في الشكل الاتي ملف محلزن مجوف مربوط على التوالي مع مصباح كهربائي ومقاومة وبطارية ومفتاح ، وعند كان المفتاح في الدائرة مغلقاً كانت شدة توهج المصباح ثابتة . واذا ادخل ساق من الحديد المطاوع في جوف الملف فأن توهج المصباح في اثناء دخول الساق :



(a) يزداد .

(b) يقل .

(c) يبقى ثابت

(d) يزداد ثم يقل .

للتوضيح : لان تتولد ε_{ind} معاكسة في قطبيتها للفولتية الموضوعة على الملف (فولتية البطارية) فيقل التيار حسب العلاقة الاتية :

$$V_{app} = IR + \varepsilon_{ind}$$

****

6- عندما يدور ملف دائري حول محور شاقولي موازي لوجه الملف داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضه منتظمة B افقية لاحظ الشكل التالي ، تتولد اعظم مقدار للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة ε_{max} ، وعند زيادة عدد لفات الملف الى ثلاثة امثال ما كانت علية وتقليل قطر الملف الى النصف ما كان علية ومضاعفة التردد الدوراني للملف ، فان المقدار الاعظم للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة سيكون :


(a) $(3/2)\ \varepsilon_{max}$

(b) $(1/4)\ \varepsilon_{max}$

(c) $(1/2)\ \varepsilon_{max}$

(d) $(3)\ \varepsilon_{max}$

للتوضيح :

$$\varepsilon_{max} = NBA\omega \quad \Rightarrow \quad \varepsilon_{max} = NB(r^2\pi)\omega$$

$$\varepsilon'_{max} = (3N)B\left[\left(\tfrac{r}{2}\right)^2\pi(2\omega)\right] \quad \Rightarrow \quad \varepsilon'_{max} = \tfrac{3}{2}NB(r^2\pi)\omega$$

$$\varepsilon'_{max} = \tfrac{3}{2}\,\varepsilon_{max}$$




7- تتحقق ظاهرة الحث الذاتي في ملف معين عندما :

(a) تسحب ساق مغناطيسية بعيداً عن وجه الملف .
(b) يوضع هذا الملف بجوار ملف اخر ينساب فيه تيار كهربائي متغير المقدار لوحدة الزمن .
(c) ينساب تيار في هذا الملف تيار كهربائي متغير المقدار لوحدة الزمن .
(d) تدور هذا الملف داخل مجال مغناطيسي منتظم .

للتوضيح : تسمى هذه العملية بظاهرة الحث الذاتي لملف (تتولد قوة دافعة كهربائية محتثه في ملف نتيجة حصول تغير في التيار المنساب لوحدة الزمن في الملف نفسة ($\varepsilon_{ind} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$) .

****

8- مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي ساق موصلة تتحرك نسبة الى مجال مغناطيسي في حالة سكون لا تعتمد على :

(a) طول الساق .
(b) قطر الساق .
(c) وضعية الساق نسبة للفيض المغناطيسي .
(d) كثافة الفيض المغناطيسي .

للتوضيح : الحركة النسبية بين الساق والمجال المغناطيسي سببت تغيرا في الفيض المغناطيسي يولد (ε_{ind}) الحركية. فهي تعتمد وحسب العلاقة ($\varepsilon_{ind(motional)} = vB\ell$) فقط على :
1- مقدار سرعة الساق داخل المجال المغناطيسي (v).
2- كثافة الفيض المغناطيسي (B) .
3- طول الساق (ℓ) داخل المجال المغناطيسي .

****

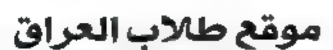
9- عندما تقل السرعة الزاوية لدوران ملف نواة المحرك الكهربائي نتيجة لازدياد الحمل الموصول مع ملفه تتسبب في هبوط مقدار :

(a) القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المضادة .
(b) الفولطية الموضوعة على طرفي ملف النواة .
(c) التيار المنساب في دائرة المحرك .
(d) فرق الجهد الضائع (IR) بين طرفي ملف النواة .

للتوضيح : حسب العلاقة الاتية : $\varepsilon_{back} = V_{app} - IR$
ازدياد مقدار الحمل الموصول مع ملف المحرك يتسبب في هبوط ε_{back} وان مقدارها يعتمد على مقدار سرعة دوران النواة (ω) وفق العلاقة الاتية : $\varepsilon_{back} = NBA\omega$ لذا عندما تقل (ω) تتسبب في هبوط ε_{back} .

****

10- يمكن ان يستحث تيار كهربائي في حلقة موصلة ومقفلة في العمليات التالية ما عدا واحدة منها . فالعملية التي لا يستحث فيها التيار هي :



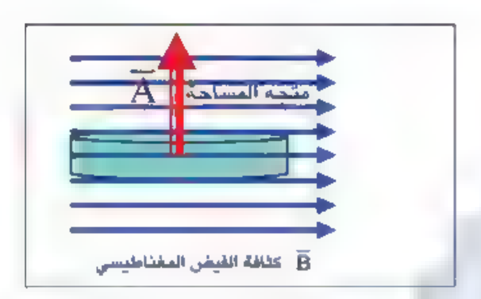


(a) حلقة موصلة ومقفله تدور حول محور موازٍ لمستواها وعمودي على فيض مغناطيسي منتظم .

(b) وضع حلقة موصلة ومقفله ومتجهه مساحتها موازٍ لفيض مغناطيسي متغير لوحدة الزمن .

(c) وضع حلقة موصلة ومقفله ومتجهه مساحتها عمودياً لفيض مغناطيسي متغير لوحدة الزمن .

(d) حلقة موصلة ومقفله ومتجهه مساحتها موازٍ لفيض مغناطيسي منتظم كبست من جانبيها المتقابلين .



للتوضيح : الزاوية θ المحصورة بين متجه المساحة $\vec{A}$ ومتجه $\vec{B}$ تساوي $90°$

$$\Phi_B = B\,A\cos\theta = B\,A\cos 90 = BA \times 0 = 0$$

****

11- وحدة قياس كثافة الفيض المغناطيسي هي :

(a) $Weber$

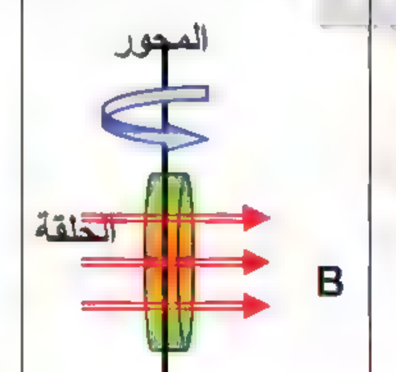
(b) $Weber/sec$

(c) $Weber/m^2$

(d) $Weber.sec$

****

12- في الشكل الاتي ، عندما تدور حلقة موصولة حول محور شاقولي موازٍ لوجهها ومار من مركزها والمحور عمودي على فيض مغناطيسي افقي ومنتظم . فأن قطبي القوة الدافعة الكهربائية المحتثة تكون جيبية تتغير مع الزمن وتنعكس مرتين خلال كل :



(a) دورة واحدة .

(b) ربع دورة .

(c) نصف دورة .

(d) دورتين .

للتوضيح : اوفق العلاقة الاتية : $\varepsilon_{ind} = NBA\omega\sin(\omega t)$

أي ان ε_{ind} تتغير كدالة جيبية مع الزمن وتنعكس قطبيتها مرتين خلال دورة واحدة

****

13- معامل الحث الذاتي لملف لا تعتمد على :

(a) عدد لفات الملف .

(b) الشكل الهندسي للملف .

(c) المعدل الزمني للتغير في التيار المنساب في الملف .

(d) النفوذية المغناطيسية للوسط في جوف الملف .

س2 // علل ما يأتي :

(1) يتوهج مصباح النيون المربوط على التوازي مع ملف بضوء ساطع لبرهة قصيرة من الزمن لحظة فتح المفتاح على الرغم من فصل البطارية عن الدائرة ، ولا يتوهج عند اغلاق المفتاح ؟

الجواب //

يتوهج مصباح النيون في الحالة الاولى وذلك لان تلاشي التيار من مقداره الثابت الى الصفر يكون سريعا جداً وهذا يؤدي الى توليد قوة دافعة كهربائية محتثه كبيرة المقدار على طرفي الملف ، فيعمل الملف في حذه الحالة كمصدر طاقة تجهز المصباح بفولتية تكفي لتوهجه .

اما لحظة اغلاق المفتاح فلا يتوهج المصباح بسبب ان الفولتية الموضوعة على طرفية لم تكن كافية لتوهجه ، لان نمو التيار من الصفر الى مقداره الثابت يكون بطيباً مما يودي توليد قوة دافعة كهربائية محتثه في الملف بقطبية معاكسة لقطبية الفولتية الموضوعة تعرقل المسبب لها على وفق قانون لنز ، لذا تكون الفولطية المتولدة صغيرة المقدار على طرفي الملف لا تكفي لتوهج المصباح .

(2) يغلي الماء داخل اناء معدني الموضوع على السطح العلوي لطباخ حثي ولا يغلي الماء الذي في داخل اناء زجاجي موضوع مجاور له وعلى السطح العلوي للطباخ نفسة ؟

الجواب //

عندما ينساب تيار متناوب ملف سلكي الموضع تحت السطح العلوي للطباخ، يحث هذا التيار مجالاً مغناطيسياً ينتشر نحو الخارج وبمرور التيار المتناوب خلال قاعدة الاناء اذا كان مصنوع من المعدن تتولد تيارات دوامة في قاعدة الاناء المعدني وبذلك تسخن قاعدة الاناء فيغلي الماء الذي يحتويه .

اما اذا كان الوعاء من الزجاج فلا تتولد تيارات دوامه في قاعدته لان الزجاج مادة عازله ولا يسخن الماء الذي يحتويه ،

(3) اذا تغير تيار كهربائي منساب في احد ملفين متجاورين يتولد تيار محتث في ملف في الملف الاخر ؟

الجواب //

على وفق ظاهرة الحث المتبادل بين ملفين متجاورين فاذا تغير التيار المنساب في الملف الابتدائي لوحدة الزمن يتغير تبعا لذلك الفيض Φ_{B2} الذي يخترق الملف الثانوي لوحدة الزمن وعلى وفق قانون فرادي في الحث الكهرومغناطيسي تتولد قوة دافعة كهربائية محتثه في الملف الثانوي ε_{ind} ذو عدد اللفات N_2 وفق العلاقة الاتية :

$$\varepsilon_{ind(2)} = -N_2 \frac{\Delta\Phi_{B2}}{\Delta t} \quad or \quad \varepsilon_{ind(2)} = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

والتي تولد تياراً في دائرة الملف الثانوي المقفلة ،حيث M يمثل معامل الحث المتبادل بين الملفين المتجاورين .

****

س3 // وضح كيف يمكنك عمليا معرفة فيما اذا كان مجالاً مغناطيسياً ام مجالاً كهربائياً موجوداً في حيز معين ؟

الجواب // يتم ذلك بقذف جسيم مشحون داخل مجال ،

فاذا انحرف الجسيم بموازاة المجال فأن المجال الموجود في الحيز هو مجال كهربائي .
اما اذا انحرف الجسيم المشحون باتجاه عمودي على المجال فأن المجال الموجود في الحيز هو مجال مغناطيسي .
اما اذا لم ينحرف الجسيم المشحون فأن المجال الموجود هو مجال مغناطيسي .




س4 // عند دوران ملف مساحة اللفة الواحدة فيه (A) بسرعة زاوية (ω) داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضه (B)منتظمة ، فان الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف يعطى بشكل دالة جيب تمام $[\Phi_B = BAcos(\omega t)]$ في حين تعطى القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي هذا الملف بشكل دالة جيبية $[\varepsilon_{ind} = NBA\omega sin(\omega t)]$. وضح ذلك بطريقة رياضية .

الجواب //
الفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة من الملف عند ايه لحظة زمنية يعطى بالعلاقة الاتية :

$\Phi_B = B\,Acos(\omega t)$ لان $\theta = \omega t$

وعند اخذ المعدل الزمني للتغير بالفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة $(\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t})$

$$\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = \frac{\Delta(BA\omega cos\omega t)}{\Delta t} = -BA\omega\cos(\omega t)$$

لان مشتقة $\frac{\Delta(cos\omega t)}{\Delta t} = -\omega\cos(\omega t)$

وعلى وفق قانون فراداي بالحث الكهرومغناطيسي فان القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ε_{ind}) في الملف تكون

$$\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -N[-BA\omega\sin(\omega t)]$$

$\varepsilon_{ind} = NBA\omega\sin(\omega t)$ إن حيث $\varepsilon_{max} = NBA\omega$

$$\therefore\ \varepsilon_{ind} = \varepsilon_{max}\sin(\omega t)$$

****

س4 // ما المقصود بالمجالات الكهربائية غير المستقرة ؟

الجواب // المجالات الكهربائية غير المستقرة : هي المجالات التي تنشأ بوساطة التغيرات الحاصلة في المجال المغناطيسي (كما يحصل في تولد الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ)

****

س6 // اذكر بعض المجالات التي تستثمر فيها التيارات الدوامة . ووضح كل منها ؟

الجواب //

1- تستثمر التيارات الدوامة في مكابح القطارات الحديثة : الشرح موجود بالملزمة صفحة ( )
2- في كاشفات المعادن المستعملة في نقاط التفتيش الامنية وخاصة في المطارات : الشرح موجود بالملزمة صفحة ( )
3- للسيطرة على الاشارات الضوئية المنصوبة في تقاطعات بعض الطرق البرية .

****

س7 // في هذا الشكل حدد اتجاه التيار واذكر اسم القاعدة المستخدمة لذلك ؟

السؤال بصيغة اخرى : [اذا تحرك الساق الموصلة (ab) في الشكل التالي ، في مستوى الورقة افقيا نحو اليسار داخل مجال مغناطيسي منتظم مسلط عموديا ً على الورقة متجها ً نحو الناظر ، يتولد مجال كهربائي داخل الساق يتجه نحو الطرف (b)

اما اذا تحركت هذه الساق نحو اليمين وداخل المجال المغناطيسي نفسة ينعكس اتجاه المجال الكهربائي في داخلها باتجاه الطرف (a)] ما تفسير ذلك ؟

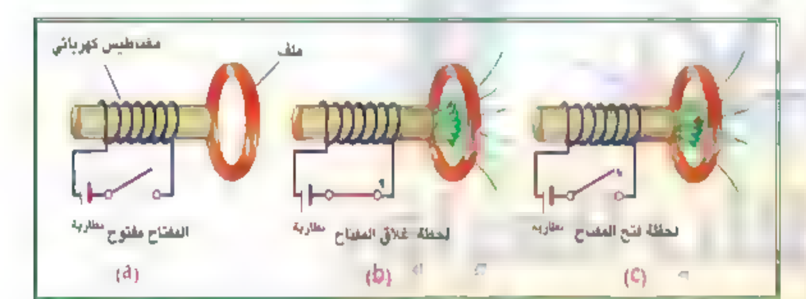
الجواب //

عندما تكون حركة الساق نحو اليسار عمودياً على الفيض المغناطيسي فان القوة المغناطيسية $\overrightarrow{F_B}$ تؤثر في الشحنات الموجبة ويكون اتجاهها نحو الطرف (a) (على وفق قاعدة الكف اليمنى) فتتجمع الشحنات الموجبة في الطرف (a) للساق والسالبة في الطرف (b) ، لذا يكون اتجاه المجال الكهربائي E من الطرف (a) نحو الطرف (b) .

وبانعكاس حركة الساق (نحو اليمين) ينعكس اتجاه المجال المغناطيسي $\overrightarrow{F_B}$ ، لذلك تتجمع الشحنات الموجبة في الطرف (b) والشحنات السالبة في الطرف (a) ، لذا يكون اتجاه المجال الكهربائي E من الطرف (b) نحو الطرف (a) .

****

س8 // عين اتجاه التيار المحتث في وجه الحلقة المقابلة للملف السلكي في الاشكال الثلاث التالية :



الجواب //

(a) في حالة المفتاح مفتوح يكون التيار صفرا (لا يتوفر تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف $\Delta\Phi_B = 0$) لذا فان التيار المحتث يساوي صفرا في الملف ($I_{ind} = 0$) .

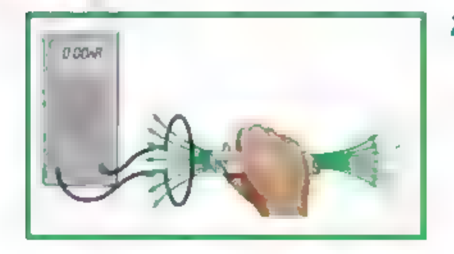
(b) في حالة اغلاق المفتاح يحصل تزايد في الفيض المغناطيسي ($\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} > 0$) الذي يخترق الملف ($\Delta\Phi = \Phi_2 - 0$) فاذا نظرنا الى وجه الملف السلكي من الجهة اليمنى فان اتجاه التيار المحتث لحظة نمو التيار يكون باتجاه دوران عقارب الساعة .

(c) في حالة فتح الدائرة بالمفتاح يحصل تلاشي في الفيض المغناطيسي ($\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} < 0$) الذي يخترق الملف ($\Delta\Phi = 0 - \Phi_2$) فاذا نظرنا الى وجه الملف السلكي من الجهة اليمنى فان اتجاه التيار المحتث لحظة تلاشي التيار يكون باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة

****

س9 // افترض ان الملف والمغناطيس الموضح بالشكل كل منهما يتحرك بالسرعة نفسها نسبة الى الارض ، هل ان الملي أميتر الرقمي (او الكلفانوميتر) المربوط مع الملف يشير الى انسياب تيار في الدائرة ؟ وضح ذلك ؟

الجواب // كلا ، لأنه لا ينساب تيار محتث في الدائرة وذلك لعدم توافر حركة نسبية بين المغناطيس والحلقة تسبب تغيراً في الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن .



س10 // ما الكميات الفيزيائية التي تقاس بالوحدات الاتية :

$a - weber \quad b - weber/m^2 \quad c - weber/s \quad d - Tasla \quad e - Henry$

الجواب //

(a) الفيض المغناطيسي Φ_B يقاس بوحدة $weber$.
(b) كثافة الفيض المغناطيسي B تقاس بوحدة $weber/m^2$.
(c) المعدل الزمني للتغير بالفيض المغناطيسي $\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$ يقاس بوحدة $weber/s$.
(d) كثافة الفيض المغناطيسي B تقاس بوحدة $Tasla$.
(e) معامل الحث الذاتي L ومعامل الحث المتبادل M يقاس بوحدة $Henry$.

****

س11 // كيف تعمل التيارات الدوامة على كبح اهتزازات الصفيحة المعدنية المهتزة عمودياً على مجال مغناطيسي ؟

الجواب // بسبب تولد التيارات المحتثة الدوامة في الصفيحة والتي تعمل على توليد مجال مغناطيسي محتث $\vec{B}_{ind}$ معاكس لاتجاه المجال المغناطيسي المؤثر $\vec{B}$ ونتيجة لذلك تتولد قوة تنافر مغناطيسية معرقلة لاتجاه حركة الصفيحة داخل المجال المغناطيسي فتعمل على كبح اهتزازها

$\vec{B}$ ← كثافة الفيض المغناطيسي المؤثر

$\vec{B}_{ind}$ ← كثافة الفيض المغناطيسي المحتث

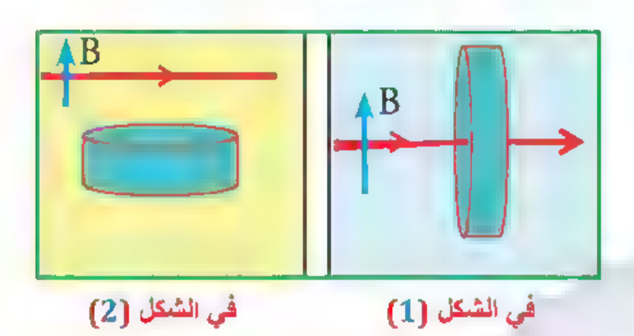
****

س12 // شريحة من النحاس وضعت بين قطبي مغناطيس كهربائي منتظم كثافة فيضه كبيرة وبمستوى شاقولي وكان مستوى الصفيحة عمودياً على الفيض المغناطيسي . وعندما سحبت الصفيحة افقيا بسرعة لإخراجها من المجال وجد ان عملية السحب تتطلب قوة معينة . ويزداد مقدار القوة الساحبة بازدياد مقدار تلك السرعة ما تفسير الحالتين ؟

الجواب // نتيجة الحركة النسبية بين الصفيحة المعدنية والفيض المغناطيسي تتولد تيارات دوامة في سطح الصفيحة المعدنية على وفق قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي تتولد قوة مغناطيسية $\vec{F}_B$ معرقلة لاتجاه حركة الصفيحة على وفق قانون لنز . وبازدياد مقدار تلك السرعة تزداد القوة المغناطيسية $\vec{F}_B$:

$\vec{F}_B$ (معرقلة) = $\vec{F}_B$ (الساحبة) ، $\vec{F}_B = qvB$

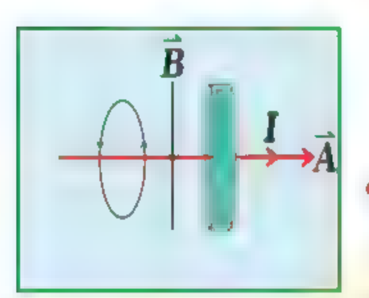
س13 // في كل من الشكلين الاتيين (2) , (1) سلك نحاسي وحلقة من النحاس مقفلة ، في أي وضعية ينساب تيار محتث في الحلقة عندما يتزايد التيار الكهربائي المنساب في السلك في كل من الحالتين ؟ وضح ذلك .



في الشكل (2) في الشكل (1)

الجواب //

في الشكل (1) :



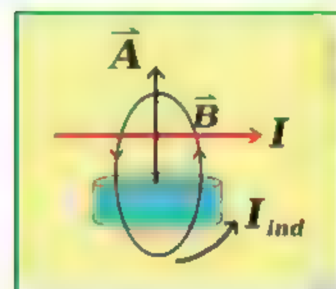
لا ينساب تيار محتث في الحلقة ، لان كثافة الفيض المغناطيسي B يكون موازيا لمستوي الحلقة فتكون :

الزاوية θ بين متجه المساحة $\vec{A}$ وكثافة الفيض المغناطيسي $\vec{B}$ تساوي 90° فيكون :

$$\Phi = BA\cos\theta = BA\cos 90 = 0$$

(ففي هذه الحالة لا يتوافر فيض مغناطيسي يخترق الحلقة)

في الشكل (2) :



يكون اتجاه التيار المحتث باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة ،لان المجال المغناطيسي حول السلك يخترق الحلقة ويكون اتجاهه نحو الاعلى ومتزايد ا لمستوي الحلقة فتكون :

(والزاوية $\theta = 0$)

$$\Phi = BA\cos\theta = BA\cos 0 = BA \times 1$$

$$\Phi = BA$$ اعظم مقدار

****

س14 // يتوافر لك سلك ذو طول ثابت وترغب في الحصول على مولد بسيط يجهزك بأعظم مقدار للقوة الدافعة الكهربائية ، أيتطلب منك ان تجعل السلك ملف ذي لفة واحد دائرية الشكل ؟ ام ملف ذي لفتين دائريتين الشكل ؟او ملف ذي ثلاث لفات دائرية الشكل ؟ عند تدوير الملف الذي تحصل علية بسرعة معينة داخل مجال مغناطيسي منتظم ؟ وضح اجابتك .

الجواب //

محيط لفة واحدة ⇐ $l = 2\pi r$

$$\frac{1}{2} l = 2\pi r'$$

$$\frac{l}{\frac{1}{2} l} = \frac{2\pi r}{2\pi r'}$$

$$\Rightarrow r' = \frac{1}{2} r$$

$$\varepsilon_{ind} = NBA\omega \sin(\omega t)$$

بقية العوامل ثابتة $\varepsilon_{ind} \propto NA$

$$\frac{\varepsilon_{ind}}{\varepsilon'_{ind}} = \frac{N}{N'} \times \frac{A}{A'} = \frac{N}{N'} \times \frac{2\pi r}{2\pi r'}$$

$$\frac{\varepsilon_{ind}}{\varepsilon'_{ind}} = \frac{N}{N'} \times \frac{r^2}{r'^2}$$

$$\frac{\varepsilon_{ind}}{\varepsilon'_{ind}} = \frac{1}{2} \times \frac{r^2}{\left(\frac{1}{2}r\right)^2} = \frac{1}{2} \times 4 = 2$$

$$\Rightarrow \varepsilon'_{ind} = \frac{1}{2}\varepsilon_{ind}$$

وهذا يعني ان القوة الدافعة الكهربائية المحتثة ε'_{ind} تصير نصف ($\frac{1}{2}$) ما كانت علية وذلك عند مضاعفة عدد اللفات بثبوت طول السلك .

وبالطريقة نفسها لثلاث ملفات :

محيط لفة واحدة $\Leftarrow l = 2\pi r$

$$\frac{1}{3}l = 2\pi r'$$

$$\frac{l}{\frac{1}{3}l} = \frac{2\pi r}{2\pi r'}$$

$$\Rightarrow r' = \frac{1}{3}r$$

$$\frac{\varepsilon_{ind}}{\varepsilon'_{ind}} = \frac{N}{N'} \times \frac{r^2}{r'^2}$$

$$\frac{\varepsilon_{ind}}{\varepsilon'_{ind}} = \frac{1}{3} \times \frac{r^2}{\left(\frac{1}{3}r\right)^2} = \frac{1}{3} \times 9 = 3$$

$$\Rightarrow \varepsilon'_{ind} = \frac{1}{3}\varepsilon_{ind}$$

وهذا يعني ان القوة الدافعة الكهربائية المحتثة ε'_{ind} تصير ثلث ($\frac{1}{3}$) ما كانت علية وذلك عند جعل اللفات (3) بثبوت طول السلك .

لذا نجعل السلك بشكل ملف ذي لفة واحدة دائرية ليتم تجهيز اعظم مقدار للقوة الدافعة الكهربائية .

****

س15 // في معظم الملفات يصنع القلب بشكل سيقان متوازية من الحديد المطاوع معزولة عن بعضها البعض عزلاً كهربائياً ومكبوسة كبساً شديداً ، بدلا من قلب من الحديد المصنوع كقطعة واحد كما في الشكل . ما الفائدة العملية من ذلك ؟

الجواب // لتقليل تأثير التيارات الدوامة فتقل خسارة القدرة الناتجة عنها وبذلك تقل الطاقة الحرارية الناتجة عنها ، وهذا مما يزيد من كفاءة المحولة مثلاً ، ولا تسرع في تلفها .

****

البرت إينشتاين

- إذا أردت أن تعيش حياة سعيدة فاربطها بهدف وليس بأشخاص او اشياء
- "الإنسان الذي لم يخطئ لم يجرب شيئا جديدا" .

مسائل الفصل الثاني

س1

ملف سلكي دائري الشكل عدد لفاته (47) لفة ونصف قطره (30cm) ، وضع بين قطبي مغناطيس كهربائي ، فاذا تغيرت كثافة الفيض المغناطيسي المارة خلال الملف من (0.0T) الى (0.5T) خلال زمن قدرة (4s) ، ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف عندما يكون :

(a) متجه مساحة اللفة الواحدة من الملف بموازاة متجه كثافة الفيض المغناطيسي .

(b) متجه كثافة الفيض المغناطيسي يصنع زاوية قياسها 30° مع مستوى الملف .

الجواب

(a)

$$r = 30\ cm = 30 \times 10^{-2}\ m = 0.3\ m$$

يجب ان نحسب مساحة الحلقة

$$A = \pi r^2 = \pi \times (0.3)^2 = 0.09\ \pi\ m^2$$

ولان ($\vec{A}//\vec{B}$) فان $(\theta = 0)$ أي ان $(cos0 = 1)$

$$\Delta\Phi_B = \Delta B\ Acos\theta = (0.5 - 0) \times 0.09\ \pi \times 1 = 0.045\ Web$$

$$\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -47 \times \frac{0.045}{4} = -0.528\ \pi\ Volt$$

(b)

ولان متجه ($\vec{B}$) يصنع زاوية مع (A) فاننا نأخذ متممه الزاوية المعطاة في السؤال أي ($90° - \theta$)

$$\theta = 90° - 30° = 60°$$

$$\Delta\Phi_B = \Delta B\ Acos\theta = \Delta B\ Acos30 = (0.5 - 0) \times 0.09\ \pi \times 0.5 = 0.0225\ \pi\ Web$$

$$\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -47 \times \frac{0.0225\ \pi}{4} = -0.264\ \pi\ Volt$$

س2

ملف لمولد دراجة هوائية قطرها (4 cm) وعدد لفاته (50) لفة يدور داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضة ($\frac{1}{\pi}\ T$) وكان اعظم مقدار للفولطية المحتثة على طرفي الملف (16 V) والقدرة العظمى المجهزة للحمل المربوط مع المولد (12 W) . ما مقدار :

1- السرعة الزاوية التي تدور بها نواة المولد .

2- المقدار الاعظم للتيار المناسب في الحمل .

الجواب

$r = \frac{4}{2} = 2\ cm = 2 \times 10^{-2} m$

$A = \pi r^2 = \pi \times (2 \times 10^{-2})^2 = 4\pi \times 10^{-4}\ m^2$

$1 - \varepsilon_{max} = NBA\omega$

$$16 = 50 \times 4\pi \times 10^{-4} \times \omega \times \frac{1}{\pi} \Rightarrow \omega = \frac{16}{200 \times 10^{-4}} = 800\ rad/s$$

$2 - P_{max} = \varepsilon_{max} \cdot I_{max}$

$$12 = 16 \times I_{max} \Rightarrow I_{max} = \frac{12}{16} = 0.75\ A$$



ملف سلكي على مستطيل الشكل عدد لفاته (50) لفه وابعاده (4cm , 10cm) يدور بسرعة زاوية منتظمة مقدارها ($15\pi\ rad/sec$) داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضة ($0.8\ Web/m^2$) احسب :

1- المقدار الاعظم للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف .

2- القوة الدافعة الكهربائية الانية المحتثة في الملف بعد مرور $\left(\frac{1}{90} sec\right)$ من الوضع الذي كان مقدارها صفرا

الجواب

$$A = \frac{4}{100} \times \frac{10}{100} = 40 \times 10^{-4} m^2$$

$1 - \varepsilon_{max} = NBA\omega = 50 \times 0.8 \times (40 \times 10^{-4}) \times 15\pi = 2.4\pi\ Volt$

$2 - \varepsilon_{ins} = \varepsilon_{max} sin(\omega t) = 2.4\pi \times sin\left(15\pi \times \frac{1}{90}\right) = 2.4\pi \times sin\frac{\pi}{6}$

$\varepsilon_{ins} = 2.4 \times sin30 = 2.4 \times 0.5 = 1.2\pi\ Volt$



حلقة موصلة دائرية الشكل مساحتها ($626\ cm^2$) ومقاومتها ($9\ \Omega$) موضوعة في مستوي الورقة ، سلط عليها مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضة ($0.15\ T$) باتجاه عمودي على مستوي الحلقة ، سحبت الحلقة من جانبيها بقوتي شد متساويتين فبلغت مساحتها ($26\ cm^2$) خلال فترة زمنية ($0.2\ s$) ، احسب مقدار التيار المحتث في الحلقة ؟



$\Delta A = A_2 - A_1 = 26\ cm^2 - 626\ cm^2 = -600\ cm^2$

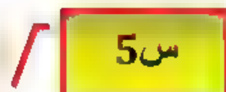
$A = \frac{-600}{10000} = -600 \times 10^{-4} m^2 = -6 \times 10^{-2} m^2$

ولان ($A \perp \vec{B}$) فان ($\theta = 0$) أي ان ($cos\ 0 = 1$)

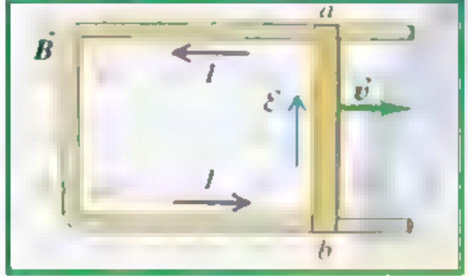
$\Delta\Phi_B = B.\Delta A = 0.15 \times (-6 \times 10^{-2} m^2) = -0.9 \times 10^{-2}\ web$

$$\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -1 \times \frac{-0.9 \times 10^{-2}}{0.2} = 45 \times 10^{-3}\ Volt$$

$$I_{ind} = \frac{\varepsilon_{ind}}{R} = \frac{45\times10^{-3}}{9} = 5 \times 10^{-3}\ A$$



افرض ان الساق الموصلة في الشكل المجاور طولها ($0.1\ m$) ومقدار السرعة التي يتحرك بها ($2.5\ m/s$) والمقاومة الكلية للدائرة (الساق والسكة) مقدارها ($0.03\ \Omega$) وكثافة الفيض المغناطيسي ($0.6\ T$) احسب مقدار :



(1) القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الساق .
(2) التيار المحتث في الحلقة .
(3) القوة الساحبة للساق .
(4) القدرة المتبددة في المقاومة الكلية للدائرة .



$1 - \varepsilon_{motional} = vB\ell = 2.5 \times 0.6 \times 0.1 = 0.15\ Volt$

$2 - I_{ind} = \dfrac{\varepsilon_{motional}}{R} = \dfrac{0.15}{0.03} = 5\ A$

$3 - F_{puul} = I\ B\ \ell = 5 \times 0.6 \times 0.1 = 0.3\ N$

$4 - P_{disspated} = I^2 R = (5)^2 \times 0.03 = 0.75\ Watt$

س6

اذا كانت الطاقة المغناطيسية المختزنة في ملف تساوي (360 J) عندما كان مقدار التيار المنساب فيه (20 A) احسب :

(1) مقدار معامل الحث الذاتي للملف .
(2) معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف اذا انعكس التيار خلال (0.1 s) .

الجواب

$1 - PE = \frac{1}{2} L I^2 \Rightarrow 360 = \frac{1}{2} \times L \times (20)^2 \Rightarrow 360 = L \times 200$

$L = \frac{360}{200} = 1.8\ H$

$2 -$ عند انعكاس اتجاه التيار فان : $\Delta I = -2I$

$$\varepsilon_{ind} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} = -1.8 \times \frac{-40}{0.1} = +720\ Volt$$

س7

ملفان متجاوران بينهما ترابط مغناطيسي تام كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.4 H) ومقاومه (16 Ω) ومعامل الحث الذاتي للملف الثانوي (0.9 H) والفولتية الموضوعة في الدائرة الملف الابتدائي (200 V) ، احسب مقدار :
التيار الاني والمعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الابتدائي لحظة ازدياد التيار فيها الى (80 %) من مقداره الثابت ، والقوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الملف الثانوي في تلك اللحظة .

الجواب

$$I_{ins} = 80\% \, I_{const} = I_{ins} = \frac{80}{100} \times \frac{V_{app}}{R} = \frac{80}{100} \times \frac{200}{16} = 10 \, A$$

$$V_{app} = I_{ins} \, . R_1 + L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$200 = 10 \times 16 + 0.4 \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \Rightarrow 200 - 160 = 0.4 \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$\therefore \frac{\Delta I_1}{\Delta t} = \frac{40}{0.4} = 100 \, A/sec$$

$$M = \sqrt{L_1 \, . L_2} = \sqrt{0.4 \times 0.9} = \sqrt{0.36} = 0.6 \, H$$

$$\varepsilon_{ind(2)} = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t} = -0.6 \times 100 = -60 \; Volt$$

إسئلة الفصل الثاني الوزارية

س/ وزاري2013- تمهيدي / مكرر/ علام يعتمد مقدار فرق الجهد الكهربائي بين طرفي ساق تتحرك عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم ؟

س/ وزاري2013-دور1 / مكرر/ ماذا يحصل اذا تحرك جسم مشحون بشحنة موجبة (+q) باتجاه عمودي على خطوط مجال مغناطيسي منظم كثافة فيضه ($\vec{B}$) .

س/ وزاري2013-دور1 / مكرر/ ما الفائدة العلمية من تطبيق قانون لنز ؟

س/ وزاري2013-دور1 / علام يعتمد مقدار معامل الحث الذاتي للملف ؟

س/ وزاري2014-دور1 / الخاص / مكرر / وضح كيف يمكنك عملياً معرفة فيما اذا كان مجالا مغناطيسيا ام مجالا كهربائيا موجود في حيز ما ؟

س/ وزاري2014-دور1 نازحين / ما المقصود بالمجالات الكهربائية غير المستقرة ؟

س/ وزاري2014-دور2 / ماذا يحصل ؟ ولماذا ؟ او تغير التيار المنساب في احد ملفين متجاورين ؟

س/ وزاري2014-دور2 نازحين/ علل : يتوهج مصباح النيون المربوط على التوازي مع ملف بضوء ساطع لبرهة قصير من الزمن لحظة فتح المفتاح على الرغم من فصل البطارية عن الدائرة ؟

س/ وزاري2014-دور2 نازحين / اختر الاجابة الصحيحة : معامل الحث الذاتي لملف لا يعتمد على (عدد لفات الملف ، الشكل الهندسي للملف ، المعدل الزمني للتغير في التيار المنساب في الملف ، النفوذية المغناطيسية للوسط في جوف الملف)

س/ وزاري2015-تمهيدي / اشرح تجربة توضح ظاهرة الحث الذاتي ؟

س/ وزاري2015-تمهيدي / مكرر/ علل : عند تغير تيار كهربائي منساب في ملف يتولد تيار محتث في ملف محاور ؟

س/ وزاري2015-دور2 / اكتب العلاقة الرياضية التي تعطي فيه الفولتية في دائرة تيار مستمر تحتوي ملفا وبطارية ومفتاحا في الحالات الاتية : (a) عند انسياب تيار متزايد المقدار في الملف (b) عند انسياب تيار متناقص المقدار في الملف

س/ وزاري2015-دور2 / علام يعتمد الحث المتبادل بين ملفين يتوافر بينهما ترابط مغناطيسي تام ؟

س/ وزاري2015-دور2 / مهم / اكتب العلاقة الرياضية التي تعطي فيه الفولطية في دائرة تيار مستمر تحتوي ملفا وبطارية ومفتاحاً في الحالات الاتية :

a – عند انسياب تيار متزايد المقدار في الملف b عن انسياب تيار متناقص المقدار في الملف .

س/ وزاري2015-دور3 / ما المقصود بقوة لورنز ؟ واين تستثمر ؟

س/ وزاري2015-دور3 / ما المقصود بالقوة الدافعة الكهربائية الحركية ؟

س/ وزاري2016- دور1 / ماذا يتطلب توافره في دائرة مقفلة لتوليد . (a) تيار كهربائي . (b) تيار محتث .

س // وزاري 2016 دور 1 // ماذا يحصل لو سحبت صفيحة من النحاس افقيا بين قطبي مغناطيس كهربائي كثافة فيضه منتظمة ؟

الجواب // تتولد تيارات دوامة على سطح الصفيحة نتيجة الحركة النسبية بين صفيحة النحاس وكثافة الفيض المغناطيسي

س/ وزاري2016- دور1 / اختر الاجابة الصحيحة : عندما تدور حلقة موصلة حول محور شاقولي موار لوجهها ومار من مركزها والمحور عمودي على فيض مغناطيسي افقي ومنتظم فان قطبية القوة الدافعة الكهربائية المحتثة تكون دالة جيبية تتغير مع الزمن وتنعكس مرتين خلال كل : (ربع دورة ، نصف دورة ، دورة واحدة ، دورتين)

س/ وزاري2016- دور2 / هل يمكن للمجال المغناطيسي ان يولد تيار كهربائيا في حلقة موصلة مقفلة ؟ وضح ذلك ؟

س/ وزاري2016- دور3 / ما الكمية الفيزيائية التي تقاس بالوحدات الاتية : ($Weber/m^2$) .

س/ وزاري2017- دور1 / اختر الاجابة الصحيحة : مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي ساق موصلة تتحرك نسبة الى مجال مغناطيسي في حالة سكون لا تعتمد على :
(طول الساق - قطر الساق- وضعية الساق نسبة للفيض المغناطيسي - كثافة الفيض المغناطيسي)

س/ وزاري2017- دور1 / كيف يمكن تقليل مقدار الطاقة المتبددة التي تسببها التيارات الدوامة في قلب الحديد للملفات ؟

س/ وزاري2016- دور1 / كيف جعل التيار الخارج من مولد التيار المستمر ذي الملف الواحد اقرب الى تيار البصيدة ؟

س/ وزاري2016- دور3 / علل : لا تشعر بسخونة السطح العلوي للطباخ الحثي المصنوع من الزجاج عند لمسه باليد ؟

س/ وزاري2016- دور3 / ما الذي يحدد مقدار التيار المنساب في دائرة المحرك ؟




مسائل وزارية وواجبات الفصل الثاني

س/ وزاري2013-دور1 / ملفان متجاوران ملفوفين حول حلقة مقفلة من الحديد المطاوع ، ربط بين طرفي الملف الابتدائي بطارية فرق الجهد بين طرفيها (80V) ومفتاح على التوالي ، فاذا كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.4H) ومقاومته (16Ω) ، احسب مقدار :
(1) المعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الابتدائي لحظة اغلاق الدائرة .
(2) معامل الحث المتبادل بين الملفين اذ تولدت قوة دافعة كهربائية محتثه بيم طرفي الملف الثانوي مقدارها (50 V) لحظة اغلاق المفتاح في دائرة الملف الابتدائي .
(3) التيار الثابت المحتث المنساب في دائرة الملف الابتدائي بعد اغلاق الدائرة .

($\frac{\Delta I_1}{\Delta t} = 200\ A/s$, $M = 0.25\ H$, $I_{const} = 5\ A$) // الجواب

س/ وزاري2013-دور2 / ملف مقاومته (12Ω) وكانت الفولتية الموضوعة في دائرته (240V) والطاقة المغناطيسية المختزنة في الملف عند ثبوت التيار (360J) احسب :
(1) معامل الحث الذاتي للملف .
(2) القوة الدافعة المحتثة لحظة غلق الدائرة .
(3) المعدل الزمني لتغير التيار لحظة ازدياد التيار الى (80%) من مقداره الثابت .

($L = 1.8\ H$, $\varepsilon_{ind} = 240\ V$, $\frac{\Delta I}{\Delta t} = 26.6\ A/s$) // الجواب

س/ وزاري2014-دور1 النازحين/ ملف معامل حثه الذاتي (1.8H) وعدد لفاته (600) لفه ينساب فيه تيار مستمر (20A) احسب مقدار :
(1) الفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة
(2) الطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي للملف .
(3) معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف اذا انعكس اتجاه التيار خلال (0.1 s) .

س/ وزاري2014-دور1 / ملفان متجاوران بينهما ترابط مغناطيسي تام ، كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.4H) والفولطية الموضوعة في دائرة الملف الابتدائي (60V) ومقاومته (15Ω) ومعامل الحث الذاتي للملف الثانوي (0.9H) احسب مقدار :
(2) المعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الابتدائي لحظة ازدياد التيار فيها الى (80%) من مقداره الثابت .
(2) القوة الدافعة الكهربائية المحتثه على طرفي الملف الثانوي في تلك اللحظة .

($\frac{\Delta I_1}{\Delta t} = 30\ A/s$, $\varepsilon_{ind(2)} = -18\ V$) // الجواب

س/ وزاري2014-دور2 النازحين/ اذا كانت الطاقة المختزنة في ملف تساوي (0.02 J) عندما كان التيار المنساب فيه (4A) جد مقدار :
(1) معامل الحث الذاتي للمحث .
(2) معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة اذا انعكس التيار خلال (0.25 s) .

($L = 0.0025\ H$, $\varepsilon_{ind} = 0.08\ V$) // الجواب

س/ وزاري2016-دور2 / ملف معامل حثه الذاتي (0.4H) ومقاومته (20Ω) وضعت علية فولتية مستمرة مقدارها (200V) احسب مقدار المعدل الزمني لتغير التيار :
(1) لحظة غلق الدائرة .
(2) لحظة ازدياد التيار الى (40%) من مقداره الثابت.

($\frac{\Delta I}{\Delta t} = 500\ A/s$, $\frac{\Delta I}{\Delta t} = 300\ A/s$) // الجواب

س/ وزاري2017- تمهيدي / ملف معامل حثه الذاتي ($5\ mH$) ينساب فيه تيار مستمر (8 A) احسب مقدار :
(1) الطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي للملف .
(2) معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف اذا انعكس اتجاه التيار خلال (0.5 s) .

($P.E = 16 \times 10^{-2}\ J$, $\varepsilon_{ind} = 16 \times 10^{-2}\ V$) // الجواب




س/ وزاري 2017- دور 1 / مهم / ملف معامل حثه الذاتي (0.5 H) وضعت عليه فولتية مستمرة مقدارها (100 V) فكان مقدار التيار الثابت المنساب في دائرة الملف بعد اغلاق الدائرة (5 A) احسب مقدار :
(1) المعدل الزمني لتغير التيار في الملف لحظة اغلاق الدائرة .
(2) المعدل الزمني لتغير التيار في الملف لحظة زيادة التيار الى (3 A) .

الجواب // ($\frac{\Delta I}{\Delta t} = 200\ A/s$, $\frac{\Delta I}{\Delta t} = 80\ A/s$)

س/ وزاري / واجب / ملفان متجاوران ملفوفين حول حلقة مقفلة من الحديد المطاوع ، ربط بين طرفي الملف الابتدائي بطارية فرق الجهد بين طرفيها (40V) ومفتاح على التوالي ، فاذا كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.1H) ومقاومته (20Ω) ومعامل الحث الذاتي للملف الثانوي (0.4H) جد مقدار :
(1) معامل الحث المتبادل بين الملفين .
(2) المعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الابتدائي لحظة اغلاق الدائرة .
(3) قوة دافعة كهربائية محتثه بين طرفي الملف الثانوي لحظة اغلاق المفتاح في دائرة الملف الابتدائي .
(4) التيار الثابت المنساب في دائرة الملف الابتدائي بعد اغلاق الدائرة .

الجواب // ($M = 0.2\ H$, $\varepsilon_{ind(2)} = -80\ V$, $I_{const} = 2\ A$)

س/ وزاري / واجب / ملف عدد لفاته (100) لفه معامل حثه الذاتي (0.4 H)وضعت عليه فولتية مستمرة (60 V)
احسب مقدار :
المعدل الزمني لتغير التيار ولتغير الفيض لحظة وصول التيار الى (80%) من مداره الثابت

المثل يقول :

لا تعطني السمك وانما علمني كيف أصطاده.

هادي المدرسي :

إذا فاتك قطار النجاح فلا تغادر المحطة

فأن القطار لا يأتي الى باب دارك

اندرو كانغي :

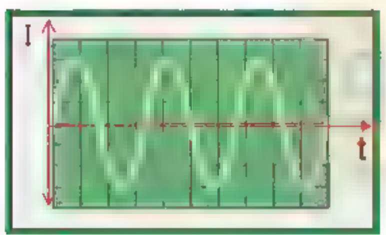
لن يفشل ابداً انسان يحاول ..... ثم يحاول

الفصل الثالث / التيار المتناوب

Alternating Current

التيار المستمر : هو التيار المنساب في الدوائر الكهربائية المقفلة ويكون ثابت مقدارا واتجاها بمرور الزمن وتولده البطاريات (مصدر مستمر) ويرمز له بالرمز (dc) .

التيار المتناوب : هو التيار المتغير دوريا مع الزمن والذي ينعكس اتجاهه مرات عديدة في الثانية الواحدة وينتج عن المولد الكهربائي (مصدر متناوب) ويرمز له بالرمز (ac) .



س // علل : وزاري// يفضل استعمال التيار المتناوب في الدوائر الكهربائية ؟

الجواب //

1- لسهولة نقله الى مسافات بعيده بأقل خسائر في الطاقة من مناطق توليده الى مناطق استهلاكه .

2- يفيدنا في امكانية تطبيق قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي ولهذا تستعمل المحولة الكهربائية في عملية رفع الفولطية المتناوبة وخفضها عند نقلها في شبكات توزيع القدرة الكهربائية .

س // علل // ترسل القدرة الكهربائية بفولطية عالية وتيار واطئ باستعمال المحولات الرافعة للفولطية ؟

الجواب //

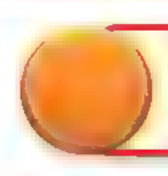
وذلك لتقليل خسائر القدرة الكهربائية في الاسلاك الناقلة (I^2R) والتي تظهر بشكل حرارة ؟

تذكر

★ يكون تردد التيار المتناوب ($f = 50\ Hz$) في معظم دول العالم ومنها العراق ، إذ ينعكس اتجاه التيار المتناوب 100 مرة في الثانية الواحدة وتردده في دول اخرى ($f = 60\ Hz$) .

★ تستخدم المحولات الرافعة للفولتية والخافضة للتيار في محطات توليد القدرة الكهربائية .

★ تستخدم المحولات الخافضة للفولتية والرافعة للتيار في مناطق استهلاك القدرة الكهربائية .



دوائر التيار المتناوب

عند دوران ملف بسرعة زاوية منتظمة داخل مجال مغناطيسي منتظم نحصل على فولطية محتثه انيه متناوبة جيبية الموجة تعطى بالعلاقة الاتية :

$$V = V_m \sin(\omega t)$$

بما ان ($\omega = 2\pi f$)

$$V = V_m \sin(2\pi f t)$$

حيث ان : V : الفولطية المحتثة المتولدة الانية (في ايه لحظة)
V_m : المقدار الاعظم للفولطية المحتثة .
ωt : زاوية الطور
ω : تردد الزاوي للمصدر ويقاس بوحدة (rad/s) .
f : تردد المصدر (تردد الفولطية او التيار) ويقاس بوحدة (Hz) .

س // متى تكون الفولطية المحتثة الانية (V) في اعظم مقدار ؟

الجواب //

عندما تكون زاوية الطور (ω) تساوي ($\frac{\pi}{2}$) أي (90°) او ($\frac{3\pi}{2}$) أي (270°) فنحصل على :

$$if \quad \omega t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin\frac{\pi}{2} = +1 \Rightarrow V = +V_m$$

$$if \quad \omega t = \frac{3\pi}{2} \Rightarrow \sin\frac{3\pi}{2} = -1 \Rightarrow V = -V_m$$

****

ومن قانون اوم يمكن ان نحصل على التيار الاني كما يأتي :

$$V = I \cdot R \quad , \quad V_m = I_m \cdot R$$

وبالتعويض في معادلة الفولطية المتناوبة الانية نحصل :

$$I \cdot R = I_m \cdot R \sin(\omega t) \Rightarrow I = I_m \sin(\omega t)$$

حيث ان : I : المقدار الاني للتيار المتناوب في الدائرة .
I_m : المقدار الاعظم للتيار المتناوب .




متجه الطور

س // ما هي الطريقة التي يتم من خلالها التعامل مع الفولطية المتناوبة والتيار المتناوب ؟

الجواب // يتم التعامل معها من خلال رسم مخطط يسمى مخطط متجه الطور ويسمى ايضا المتجه الدوار ، حيث تمثل الفولطية المتناوبة والتيار المتناوب متجهان طوريان يدوران عكس دوران عقارب الساعة حول نقطة ثابتة تسمى نقطة الاصل (0) وبتردد زاوي (ω) ثابت .

يمتاز متجه الطور بما يأتي :

- طول متجه الطور يمثل المقدار الاعظم للفولطية المتناوبة ويرمز له (V_m) واذا كان متجه الطور يمثل التيار فان طول متجه الطور يمثل المقدار الاعظم للتيار ويرمز له (I_m) .
- مسقط متجه الطور على المحور الشاقولي (y) يمثل المقدار الاني لذلك المتجه حيث ان المقدار الاني للفولطية يكون (V) والمقدار الاني للتيار (I) . فيكون مسقط متجه الفولطية ($V_m sin(\omega t)$) ومسقط متجه التيار ($I_m sin(\omega t)$) ، حيث (ωt) : هي الزاوية التي يصنعها متجه الطور مع المحور الافقي (x) .
- عند بدء الحركة ($t = 0$) يكون متجه الطور منطبقا على المحور الافقي (x) .
- اذا تطابق متجه الطور للفولطية مع متجه الطور للتيار فهذا يعني ان الفولطية والتيار في طور واحد وان زاوية فرق الطور بينهما تساوي ($\Phi = 0$) ويحصل ذلك اذا كان حمل الدائرة مقاومة صرف (مقاومة مثالية).
- اذا لم يتطابق المتجهان احدهما على الاخر (في الحالة التي يحتوي الحمل محث او متسعة او كليهما اضافة الى المقاومة) فسوف تتولد بينهما زاوية فرق في الطور (Φ) (وتسمى احيانا ثابت الطور) يتحدد مقداره على وفق نوع الحمل في الدائرة .
- تقاس كل من زاوية الطور (ωt) وزاوية فرق الطور (Φ) بالدرجات الستينية او (rad) .
- اذا كانت (Φ) موجبة فان متجه الطور للفولطية يسبق متجه الطور للتيار بفرق طور (Φ) .
- اذا كانت (Φ) سالبة فان متجه الطور للفولطية يتأخر عن متجه الطور للتيار بفرق طور (Φ) .

مخطط يوضح المتجة الدوار ويوضح المتجة الطوري للفولطية والمتجه الطوري للتيار ويدور كل منهما باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة حول نقطة ثابتة هي نقطة الاصل (0) .

متجه الطور للفولطية (V_m)
المقدار الآني للفولطية (V)
المقدار الآني للتيار (I)
متجه الطور للتيار (I_m)
Φ
ωt
(ω)

تنويه :-

الطور : هو الحالة الحركية للجسم المهتز من حيث الموضع واتجاه الحركة .

فرق الطور : هو تغير الحالة الحركية للجسم المهتز بين لحظتين مختلفتين او لجسمين مهتزين في اللحظة نفسها .



دائرة تيار متناوب الحمل فيها مقاومة صرف

تمتاز دائرة التيار المتناوب الحمل فيها مقاومة صرف بما يأتي :

1- متجه الطور للفولطية (V_m) ومتجه الطور للتيار (I_m) متطابقان ومتلازمان .

وهذا يعني انهما يدوران حول نقطة الاصل (0) بطور واحد وباتجاهين متعاكسين لدوران عقارب الساعة .

2- زاوية فرق الطور بينهما تساوي ($\Phi = 0$) وزاوية الطور التي يدور بها كل من المتجهين متساوية ومقدارها (ωt).

3- عامل القدرة (Pf) يساوي ($cos\Phi$) ويساوي واحد، أي ان :

$$PF = cos\ \Phi = cos\ 0 = 1$$

4- منحني موجة الفولطية ومنحني موجة التيار يكونان بشكل منحني جيبي أي ان :

تعطى الفولطية المتناوبة في هذا الدائرة بالعلاقة الاتية :

$$V_R = V_m\ sin(\omega t)$$

يعطى التيار المتناوب في هذا الدائرة بالعلاقة الاتية :

$$I_R = I_m\ sin(\omega t)$$

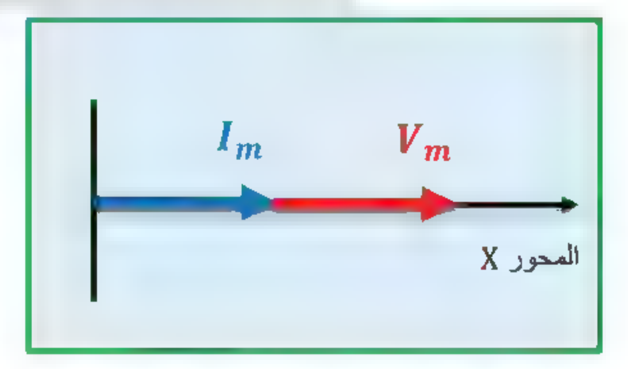
حيث ان : V_R : المقدار الاني للفولطية عبر المقاومة R .

V_m : المقدار الاعظم للفولطية عبر المقاومة R .

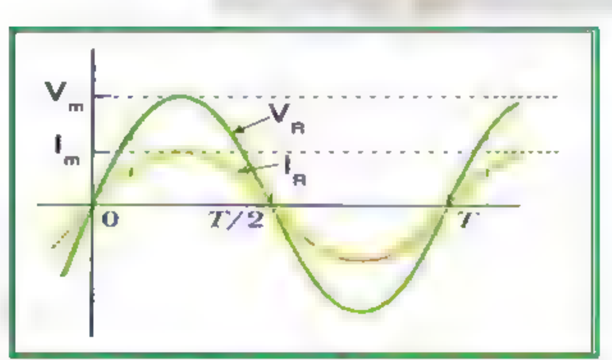
I_R : المقدار الاني للتيار المنساب في المقاومة R .

I_m : المقدار الاعظم للتيار المنساب في المقاومة R .

ωt : زاوية الطور للمتجه الطوري وتقاس بوحدة (rad) .



الشكل يوضح النقطة رقم (1) التي تبين ان متجه الفولطية ومتجه التيار متطابقان ومتلازمان



الشكل يوضح منحني موجة التيار ومنحني موجة الفولطية يتغيران مع الزمن بكيفية نفسها أي ينموان معا فيكونان موجبان في ان واحد وسالبان في ان واحد وصفر في ان واحد لذلك لا يوجد فرق بالطور بين متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار

5- مقدار المقاومة الصرف لا يعتمد على تردد الفولتية او تردد التيار .

6- القدرة المتوسطة لدورة كاملة او لعدد صحيح من الدورات تساوي نصف القدرة العظمى .

القدرة في دائرة تيار متناوب الحمل فيها مقاومة صرف

★ لحساب القدرة الانية في المقاومة الصرف من حاصل ضرب الفولطية الانية (V_R) والتيار الاني (I_R) وكذلك يمكن الحصول على القدرة الانية باستخدام قانون اوم ($V_R = I_R . R$) لذلك تصبح على شكل الصيغ الاتية :

$$P_R = I_R \,.\, V_R \quad or \quad P_R = I_R^2 \,.\, R \quad or \quad P_R = \frac{V_R^2}{R}$$

★ لحساب القدرة العظمى في المقاومة الصرف من حاصل ضرب الفولطية الانية (V_m) والتيار الاني(I_m) وكذلك يمكن الحصول على القدرة الانية باستخدام قانون اوم ($V_m = I_m . R$) لذلك تصبح على شكل الصيغ الاتية :

$$P_m = I_m \,.\, V_m \quad or \quad P_m = I_m^2 \,.\, R \quad or \quad P_m = \frac{V_m^2}{R}$$

★ اما القدرة المتوسطة (معدل القدرة P_{av} او القدرة المؤثرة P_{eff}) والتي هي تساوي نصف القدرة العظمى ($P_{av} = \frac{1}{2} P_m$) التي يمكن حسابها من :

$$P_{av} = \frac{1}{2} I_m \,.\, V_m \quad or \quad P_{av} = \frac{1}{2} I_m^2 \,.\, R \quad or \quad P_{av} = \frac{1}{2}\frac{V_m^2}{R}$$

$$P_{av} = I_{eff} \,.\, V_{eff} \quad or \quad P_{av} = I_{eff}^2 \,.\, R \quad or \quad P_{av} = \frac{V_{eff}^2}{R}$$

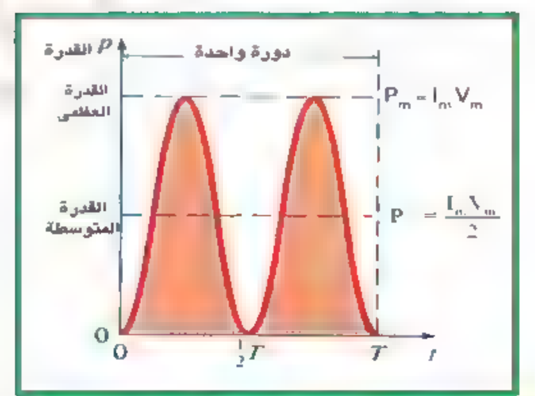
س // ارسم منحني القدرة الانية كدالة للزمن مع دائرة تيار متناوب تحتوي على مقاومة صرف ؟ مبين خصائص منحني القدرة الكهربائية لها ؟

الجواب //

1- يكون المنحني بشكل جيب تمام يتغير بين المقدار الاعظم للقدرة ($P_m = I_m . V_m$) والصفر .

2- يكون المنحني موجب دائماً وهذا يعني ان القدرة في الدائرة تستهلك بأجمعها في المقاومة بشكل حرارة .

3- متوسط القدرة P_{av} تساوي نصف القدرة العظمى ($I_m . V_m$) .



س // وزاري // علل // منحني القدرة الانية في دائرة التيار المتناوب عندما يكون الحمل فيها يحتوي مقاومة صرف موجباً دائماً ؟

الجواب // لان الفولطية والتيار يتغيران بطور واحد حيث يكونان موجبان معا وسالبان معا وحاصل ضربهما موجب دائماً .

المقدار المؤثر للتيار المتناوب (I_{eff})

المقدار المؤثر للتيار المتناوب : هو مقدار التيار المتناوب المساوي للتيار المستمر الذي لو انساب في مقاومة معينة فانه يولد التأثير الحراري نفسه الذي يولده التيار المتناوب المنساب خلال المقاومة نفسها وللفترة الزمنية نفسها .

س/ وزاري // لماذا القدرة المتبددة بوساطة تيار متناوب له مقدار اعظم (I_m) لا تساوي القدرة التي ينتجها تيار مستمر يمتلك المقدار نفسه ؟

الجواب // لان التيار المتناوب يتغير دوريا مع الزمن بين $(+I_m)$, $(-I_m)$ ومقداره في أي لحظة لا يساوي دائما مقداره الاعظم . وانما فقط عند لحظة معينة يساوي مقداره الاني مع مقداره الاعظم ، لذلك ينتج قدرة متغيرة مع الزمن في حين ان التيار المستمر مقداره ثابت لذا ينتج قدرة ثابتة .

س/ لماذا لا تعتمد القدرة المستهلكة في مقاومة صرف على اتجاه التيار ؟

الجواب // لان القدرة المستهلكة في مقاومة صرف ثابتة المقدار في اية لحظة تتناسب طرديا مع مربع التيار المنساب فيها حسب العلاقة $(P = I^2R)$ بمعنى اخر $(P \propto I^2)$.

- لحساب المقدار المؤثر للتيار (I_{eff}) من العلاقة الاتية :

$$I_{eff} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.707\, I_m$$

- لحساب المقدار المؤثر للفولطية (V_{eff}) من العلاقة الاتية :

$$V_{eff} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0.707\, V_m$$

****

س/اشتق العلاقة الرياضية للمقدار المؤثر للتيار المتناوب ؟ بعبارة اخرى اثبت ان $I_{eff} = 0.707\, I_{max}$

الجواب //

بما ان القدرة المتبددة في دائرة التيار المستمر خلال المقاومة يعطى :

$$P = I_{dc}^2\, R$$

اما القدرة المتوسطة (معدل القدرة P_{av} او القدرة المؤثرة P_{eff}) في دائرة التيار المتناوب يمكن حسابها :

$$P_{av} = \tfrac{1}{2} I_m^2 \cdot R$$

ولان القدرة المتوسطة للتيار المتناوب مساوية لقدرة التيار المستمر خلال المقاومة نفسها وللمدة الزمنية نفسها ، لذا يطلق على I_{dc} بالتيار المؤثر I_{eff} :

$$I_{dc}^2\, R = \tfrac{1}{2} I_m^2 \cdot R$$

لان المقاومة نفسها

$$I_{eff}^2\, \cancel{R} = \tfrac{1}{2} I_m^2 \cdot \cancel{R}$$




بجذر الطرفين

$$I_{eff}^2 = \frac{1}{2} I_m^2$$

$$I_{eff} = \frac{1}{\sqrt{2}} I_m = 0.707\, I_m$$

حيث يسمى المقدار المؤثر للتيار المتناوب بجذر معدل المقدار الاعظم للتيار (root mean square) ويرمز له بالرمز (I_{rms})

****

س // ماذا تعني العبارة الاتية " ان مقدار التيار المتناوب في الدائرة يساوي (1 Ampere) " ؟

الجواب // تعني ان المقدار المؤثر للتيار (I_{eff}) يساوي (1 Ampere) .

س // ما الذي تقيسه مقاييس اجهزة التيار المتناوب ومقاييس التيار المستمر ؟

الجواب //

- ★ ان معظم اجهزة مقاييس التيار المتناوب (مثل الاميترات والفولطميترات) تعمل على قياس المقادير المؤثرة للتيار والفولطية .
- ★ اما معظم اجهزة قياس التيار المستمر (dc) تقيس المقدار المتوسط للتيار المتناوب ، لذا فان مؤشرها يقف عند تدرجية الصفر عند وضعها في دائرة التيار المتناوب .

س // وزاري – واجب // هل يمكن ان تستعمل اجهزة التيار المستمر في دوائر التيار المتناوب ؟ وضح ذلك .

س // يقول زميلك ان التيار المؤثر يتذبذب كدالة جيبية ما رأيك في صحة ما قاله زميلك ؟ وإذا كانت العبارة خاطئة ، كيف تصحح قوله ؟

الجواب // العبارة خاطئة . لان المقدار المؤثر للتيار المتناوب المساوي للتيار المستمر الذي لو انساب خلال مقاومة معينة فإنه يولد التأثير الحراري نفسه الذي يولده التيار المتناوب المنساب خلال المقاومة نفسها وللفترة الزمنية نفسها .

يمكنك الاستفادة

باستخدام قانون اوم يمكن استخدام القوانين التالية لدائرة التيار المتناوب تحتوي مقاومة صرف (مثالية)

$$R = \frac{V_{eff}}{I_{eff}} \qquad R = \frac{V_m}{I_m} \qquad R = \frac{V_R}{I_R}$$

مصدر للفولطية المتناوبة مربوط بين طرفي مقاومة صرف ($R = 100\Omega$) تعطى الفولطية بالعلاقة التالية : $V_R = 424.2\, sin\,(\omega t)$ احسب :

1- المقدار المؤثر للفولطية .
2- المقدار المؤثر للتيار .
3- مقدار القدرة المتوسطة .



$$1 - V_R = V_m\, sin(\omega t)$$

$$V_R = 424.2\, sin\,(\omega t) \quad \Rightarrow \quad V_m = 424.2\, V$$

$$\therefore \; V_{eff} = 0.707\, V_m = 0.707 \times 424.2 = 300\, V$$

$$2 - I_{eff} = \frac{V_{eff}}{R} = \frac{300}{100} = 3\, A$$

$$3 - P_{av} = I_{eff}^2\, R = (3)^2 \times 100 = 900\, W$$

$$or \quad P_{av} = I_{eff} \times V_{eff} = 3 \times 300 = 900\, W$$

دائرة تيار متناوب الحمل فيها محث صرف

تمتاز دائرة التيار المتناوب الحمل فيها محث صرف بما يأتي :

1- متجه الطور للفولطية يسبق متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور ($\Phi = 90°$) أو ($\Phi = \frac{\pi}{2}$)

2- عامل القدرة (Pf) يساوي ($cos\Phi$) يساوي ($cos\, 90°$) يساوي (0)، أي ان :

$$PF = cos\,\Phi = cos\, 90° = 0$$

3- تعطى الفولطية المتناوبة في هذا الدائرة بالعلاقة الاتية :

$$V_L = V_m\, sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

ويعطى التيار المتناوب في هذا الدائرة بالعلاقة الاتية :

$$I_L = I_m\, sin(\omega t)$$

حيث ان : V_L : المقدار الاني للفولطية عبر المحث .

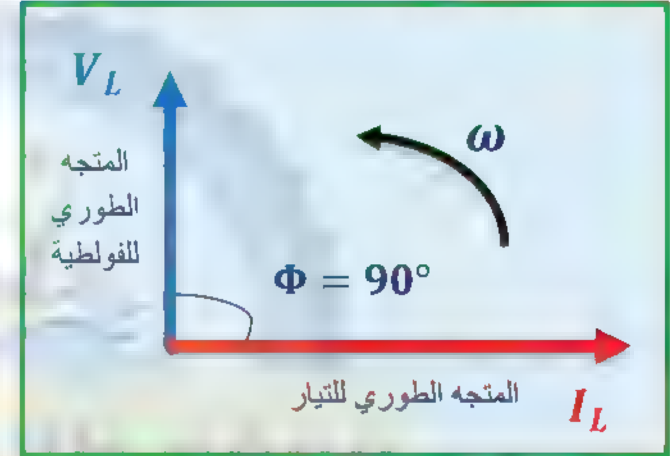
V_m : المقدار الاعظم للفولطية عبر المحث .

I_L : المقدار الاني للتيار المنساب في المحث .

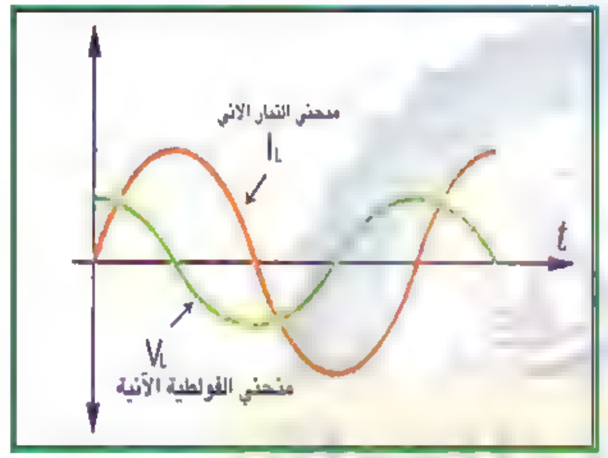
I_m : المقدار الاعظم للتيار المنساب في المحث .

ωt : زاوية الطور للمتجه الطوري وتقاس بوحدة (rad) .

$\Phi = \frac{\pi}{2}$: زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار .



الشكل يوضح النقطة رقم (1) التي تبين ان متجه الطور للفولطية يسبق متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور ($\Phi = 90°$)



الشكل يوضح المخطط البياني للعلاقة بين الفولطية والتيار لدائرة تحتوي محث صرف

4- يبدي المحث معاكسة ضد التغير بالتيار تسمى رادة الحث (X_L) تقاس بوحدة الاوم (Ω) وتخضع لقانون اوم الا انها ليست مقاومة ولا تخضع لقانون جول الحراري .

5- لا يستهلك المحث الصرف قدر حقيقية وانما يخزن الطاقة في مجاله المغناطيسي ثم يعيدها اثناء التفريغ بهيئة طاقة كهربائية .

6- منحنى القدرة يكون بشكل جيب (sin) تردده ضعف تردد الفولطية او التيار ، ويحتوي على اجزاء موجبة واجزاء سالبة متساوية .

رادة الحث (X_L) : وهي المعاكسة التي يبديها المحث ضد التغير بالتيار وتقاس الاوم (Ω) الا انها ليست مقاومة ، ويمكن حسابها من العلاقتين الاتيتين :

$$X_L = \frac{V_L}{I_L}$$

$$X_L = \omega L = 2\pi f L$$

حيث ان : ω : التردد الزاوي وتقاس بوحدة (rad/sec) .

L : معامل الحث الذاتي للمحث ويقاس بوحدة الهنري (H) .

f : تردد الفولطية او تردد التيار او تردد المصدر ويقاس بوحدة الهرتز (Hz) او ($\frac{1}{sec}$) .

س // علام يعتمد مقدار رادة الحث (X_L) ؟

الجواب // تعتمد رادة الحث على :

1- معامل الحث الذاتي للمحث (L) وتتناسب معه طرديا ($X_L \alpha L$) بثبوت التردد الزاوي .

2- التردد الزاوي (ω) وتتناسب معه طرديا ($X_L \alpha \omega$) بثبوت معامل الحث الذاتي للمحث .

س // اثبت ان وحدة قياس رادة الحث (X_L) هي الاوم ؟

الجواب / $X_L = 2\pi f L = Hz . Henry = \left(\frac{1}{sec}\right) . \left(\frac{Volt . sec}{Ampere}\right) = \frac{Volt}{Ampere} = ohm$

نشاط (1) : يوضح تأثير تغير تردد التيار (f) في مقدار رادة الحث (X_L) مهم

ادوات النشاط :

مذبذب كهربائي (مصدر فولطية متناوبة يمكن تغيير تردده) ، أميتر ، فولطميتر ، ملف مهمل المقاومة (محث) ، مفتاح كهربائي .

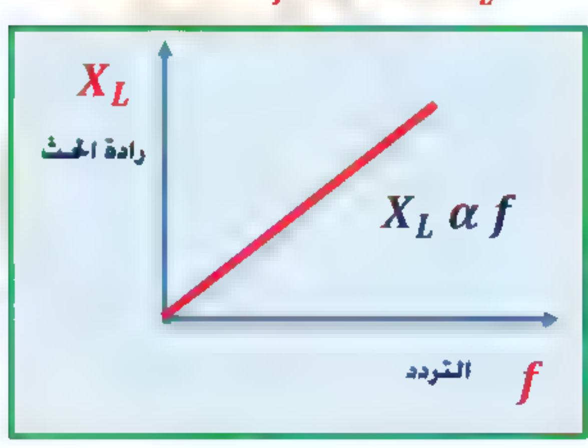
خطوات النشاط :



- نربط دائرة كهربائية عملية (تتألف من الملف والاميتر والمذبذب الكهربائي على التوالي ، ونربط الفولطميتر على التوازي بين طرفي الملف) كما في الشكل .
- نغلق الدائرة ونبدأ بزيادة تردد المذبذب الكهربائي تدريجيا مع المحافظة على بقاء مقدار الفولطية ثابتا (بمراقبة قراءة الفولطميتر) سنلاحظ نقصان قراءة الاميتر في الدائرة الكهربائية وذلك بسبب ازدياد مقدار رادة الحث .

الاستنتاج : نستنتج من النشاط ان رادة الحث (X_L) تتناسب تناسبا طرديا مع تردد تيار الدائرة (f) بثبوت معامل الحث الذاتي للمحث (L) .

★ من النشاط يمكن رسم مخطط بياني يبين العلاقة بين رادة الحث X_L وتردد التيار f



نشاط (2) : يوضح تأثير تغير معامل الحث الذاتي (L) في مقدار رادة الحث (X_L)

ادوات النشاط :

مصدر فولطية متناوبة تردده ثابت ، قلب من الحديد المطاوع ، أميتر ، فولطميتر ، ملف مجوف مهمل المقاومة (محث) ، مفتاح كهربائي .

خطوات النشاط :

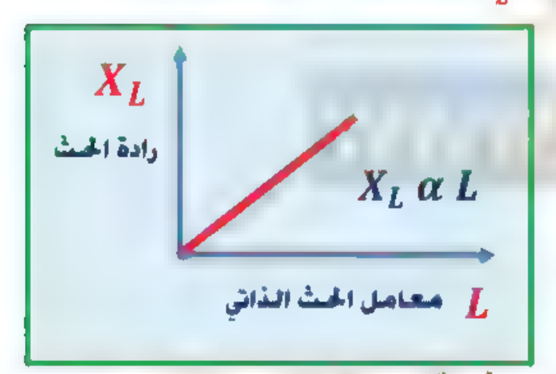


- نربط دائرة كهربائية عملية (تتألف من الملف والاميتر ومصدر الفولطية على التوالي ، ونربط الفولطميتر على التوازي بين طرفي الملف) .كما في الشكل .
- نغلق الدائرة ونلاحظ قراءة الاميتر .
- ندخل قلب الحديد تدريجياً مع المحافظة على بقاء مقدار الفولطية ثابتا (بمراقبة قراءة الفولطميتر) سنلاحظ نقصان قراءة الاميتر في الدائرة الكهربائية وذلك بسبب ازدياد مقدار رادة الحث لان ادخال قلب الحديد في جوف الملف يزيد من معامل الحث الذاتي للملف .

الاستنتاج :

نستنتج من النشاط ان رادة الحث (X_L) تتناسب تناسبا طرديا مع معامل الحث الذاتي (L) للملف بثبوت تردد تيار الدائرة (f) .

★ من النشاط يمكن رسم مخطط بياني يبين العلاقة بين رادة الحث X_L ومعامل الحث المتبادل L ؟



س // كيف تفسر ازدياد مقدار رادة الحث بازدياد تردد الدائرة على وفق قانون لنز ؟

الجواب // ان ازدياد تردد الدائرة يعني ازدياد تردد التيار المنساب في الدائرة أي ازدياد المعدل الزمني للتغير بالتيار ($\frac{\Delta I}{\Delta t}$) فتزداد بذلك القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ε_{ind}) في المحث والتي تعمل على عرقلة المسبب لها ($\varepsilon_{ind} \; \alpha \; \frac{\Delta I}{\Delta t}$) على وفق قانون لنز أي تعرقل المعدل الزمني للتغير بالتيار فتزداد نتيجة لذلك رادة الحث التي تمثل تلك المعاكسة التي يبديها المحث للتغير بالتيار .

س // ماذا يعمل الملف عند الترددات الواطئة جداً ؟ ولماذا ؟

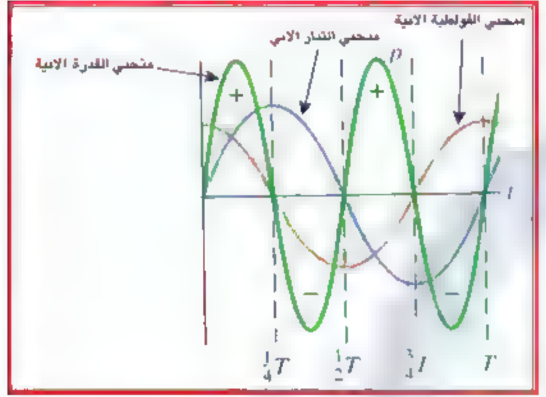
الجواب // يعمل عمل مقاومة صرف والتي هي مقاومة اسلاكه ، لان رادة الحث تقل وقد تصل الى الصفر وحسب العلاقة ($X_L = 2\pi f L$) فهي تتناسب تناسبا طرديا مع تردد التيار ($X_L \alpha f$) .

س // ماذا يعمل الملف عند الترددات العالية جداً ؟ ولماذا ؟

الجواب // يعمل عمل مفتاح مفتوح ، لان الترددات العالية جدا تؤدي الى زيادة رادة الحث زيادة كبيرة جدا وقد تؤدي الى قطع تيار الدائرة .

القدرة في دائرة تيار متناوب الحمل فيها محث صرف

س // وزاري // لماذا القدرة المتوسطة لدورة كاملة او عدد صحيح من الدورات الكاملة تساوي صفر لدائرة تيار متناوب تحتوي محث صرف



الجواب // لان عند تغير التيار المنساب في المحث من الصفر الى المقدار الاعظم في احد ارباع الدورة تنتقل الطاقة من المصدر وتخزن في المحث بهيئة مجال مغناطيسي (يمثله الجزء الموجب من المنحني) وعند تغير التيار من المقدار الاعظم الى الصفر في الربع الذي يليه تعاد جميع الطاقة الى المصدر (يمثله الجزء السالب من المنحني) .

س // لماذا لا تعد رادة الحث مقاومة اومية ولا تخضع لقانون جول ؟

الجواب // لأنها لا تستهلك قدرة (القدرة المتوسطة تساوي صفر بسبب عدم وجود مقاومة في المحث) .



ملف مهمل المقاومة (محث صرف) معامل حثه الذاتي ($\frac{50}{\pi}\ mH$) ربط بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفية ($20\ V$) ، احسب كل من رادة الحث والتيار في الدائرة عندما يكون تردد الدائرة :

a- $f = 10\ Hz$

b- $f = 1\ MHz$



$$a - X_L = 2\pi f L = 2\pi \times 10 \times \frac{50}{\pi} \times 10^{-3} = 1\ \Omega$$

$$I = \frac{V_L}{X_L} = \frac{20}{1} = 20\ A$$

$$b - X_L = 2\pi f L = 2\pi \times 1 \times 10^{6} \times \frac{50}{\pi} \times 10^{-3} = 10^{5}\ \Omega$$

$$I = \frac{V_L}{X_L} = \frac{20}{10^5} = 20 \times 10^{-5}\ A$$

دائرة تيار متناوب الحمل فيها متسعة ذات سعة صرف

تمتاز دائرة التيار المتناوب الحمل فيها متسعة صرف بما يأتي :

1- متجه الطور للتيار يسبق متجه الطور للفولطية بزاوية فرق طور ($\Phi = 90°$) أو ($\Phi = \frac{\pi}{2}$)

2- عامل القدرة (Pf) يساوي ($\cos\Phi$) يساوي ($\cos 90°$) يساوي (0) ، أي ان :

$$PF = \cos\Phi = \cos 90° = 0$$

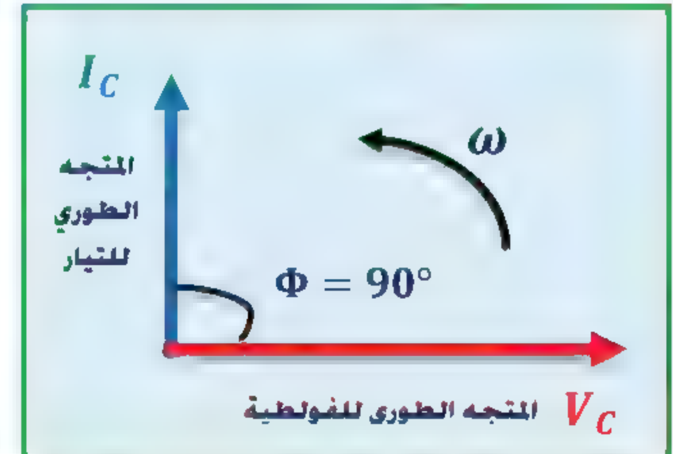
3- يعطى التيار المتناوب في هذا الدائرة بالعلاقة الاتية :

$$I_C = I_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

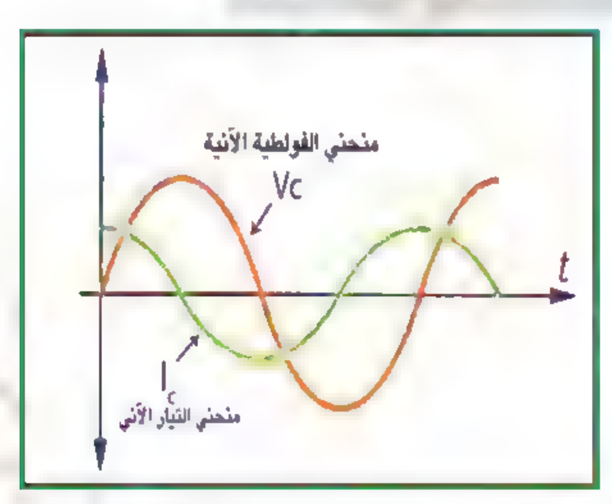
وتعطى الفولطية المتناوبة في هذا الدائرة بالعلاقة الاتية :

$$V_C = V_m \sin(\omega t)$$

حيث ان :
I_C : المقدار الاني للتيار عبر المتسعة .
I_m : المقدار الاعظم للتيار عبر المتسعة .
V_C : المقدار الاني للفولطية عبر المتسعة .
V_m : المقدار الاعظم للفولطية عبر المتسعة .
ωt : زاوية الطور للمتجه الطوري وتقاس بوحدة (rad) .
$\Phi = \frac{\pi}{2}$: زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للفولطية .



الشكل يوضح النقطة رقم (1) التي تبين ان متجه الطور للتيار يسبق متجه الطور للفولطية بزاوية فرق طور ($\Phi = 90°$)



الشكل يوضح المخطط البياني للعلاقة بين التيار والفولطية لدائرة تحتوي متسعة ذات سعة صرف

4- تبدي المتسعة معاكسة ضد التغير بفولطية الدائرة تسمى رادة المتسعة (X_C) تقاس بوحدة الاوم (Ω) وتخضع لقانون اوم الا انها ليست مقاومة ولا تخضع لقانون جول .

5- لا يستهلك المتسعة الصرف قدر حقيقية وانما يخزن الطاقة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها ثم تعيدها اثناء التفريغ الى المصدر بهيئة طاقة كهربائية .

6- منحني القدرة يكون بشكل جيب (sin) تردده ضعف تردد الفولطية او التيار ، ويحتوي على اجزاء موجبة واجزاء سالبة متساوية .

رادة السعة (X_C) : وهي المعاكسة التي تبديها المتسعة ضد التغير بالفولطية وتقاس الاوم (Ω) الا انها ليست مقاومة ، ويمكن حسابها من العلاقتين الاتيتين :

$$X_C = \frac{V_C}{I_C}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

حيث ان : ω : التردد الزاوي وتقاس بوحدة (rad/sec) .
C : سعة المتسعة وتقاس بوحدة الفاراد (F) .
f : تردد الفولطية او تردد التيار او تردد المصدر ويقاس بوحدة الهرتز (Hz) او ($\frac{1}{sec}$) .

س // علام يعتمد مقدار رادة السعة (X_C) ؟

الجواب // تعتمد رادة السعة على :

1- سعة المتسعة (C) والتي تتناسب معها عكسيا $\left(X_C \; \alpha \; \frac{1}{C}\right)$ بثبوت التردد الزاوي .

2- التردد الزاوي (ω) والذي يتناسب معها عكسيا $\left(X_L \; \alpha \; \frac{1}{\omega}\right)$ بثبوت سعة المتسعة .

س // اثبت ان معادلة التيار لدائرة التيار المتناوب تحتوي متسعة صرف $I_C = I_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$ ؟

الجواب //

$\because I_C = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$, $\because Q = C . V_C \Rightarrow I_C = \frac{\Delta(C \; V_C)}{\Delta t}$

$\because V_C = V_m \sin(\omega t)$

$$I_C = \frac{\Delta[C \, V_m \sin(\omega t)]}{\Delta t} = \omega \, C \, V_m \cos(\omega t) = \frac{V_m}{X_C} \cos(\omega t)$$

$$I_C = I_m \cos(\omega t) \Rightarrow I_C = I_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

استفد

$\because \omega \, C = \frac{1}{X_C}$

$\because X_C = \frac{V_C}{I_C} = \frac{V_m}{I_m}$

$\Rightarrow I_m = \frac{V_m}{X_C}$

س // اثبت ان وحدة قياس رادة السعة (X_c) هي الاوم ؟

الجواب //

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{Hz \cdot Farad} = \frac{1}{\left(\frac{1}{sec}\right)\cdot\left(\frac{Coulomb}{Volt}\right)} = \frac{sec \cdot Volt}{Ampere \cdot sec} = \frac{Volt}{Ampere} = ohm$$

نشاط (1) : يوضح تأثير تغير تردد فولطية المصدر (f) في مقدار رادة السعة (X_C) **مهم**

ادوات النشاط :

أميتر ، فولطميتر ، متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ، مذبذب كهربائي واسلاك توصيل ، مفتاح كهربائي

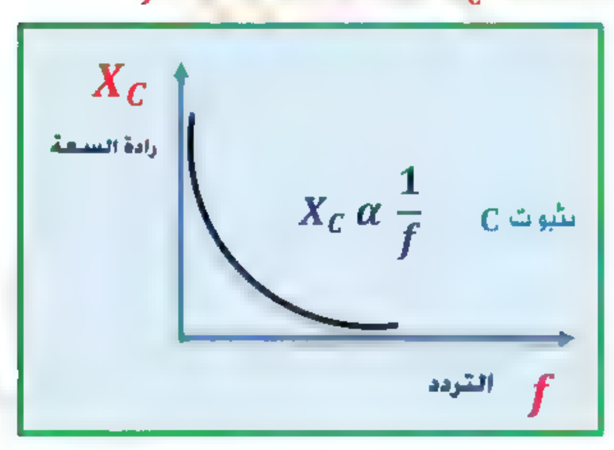
خطوات النشاط :



- نربط نربط دائرة كهربائية عملية (تتألف من المتسعة والاميتر والمذبذب الكهربائي على التوالي ، ونربط الفولطميتر على التوازي بين صفيحتي المتسعة ، كما في الشكل .
- نغلق الدائرة ونبدأ بزيادة تردد المذبذب الكهربائي مع المحافظة على بقاء مقدار فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة ثابتا (بمراقبة قراءة الفولطميتر) سنلاحظ ازدياد قراءة الاميتر (ازدياد التيار المناسب في الدائرة مع ازدياد تردد فولطية المصدر) .

الاستنتاج : نستنتج من النشاط ان رادة السعة (X_C) تتناسب تناسبا عكسيا مع تردد فولطية المصدر ($X_C \alpha \frac{1}{f}$) بثبوت سعة المتسعة (C) .

- ومن النشاط يمكن رسم مخطط بياني يبين العلاقة بين رادة السعة X_C وتردد فولطية المصدر f



هنري فورد :

" عندما تتكاتف العقبات في طريقك الى النجاح ، تذكر ان الطائرة تعاكس الرياح في طريقها إلى التحليق "

نشاط (2) : يوضح تأثير تغير سعة المتسعة (C) في مقدار رادة السعة (X_C)

مهم

ادوات النشاط :

أميتر ، فولطميتر ، متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ، مصدر فولطية متناوب تردده ثابت واسلاك توصيل ، مفتاح كهربائي

خطوات النشاط :

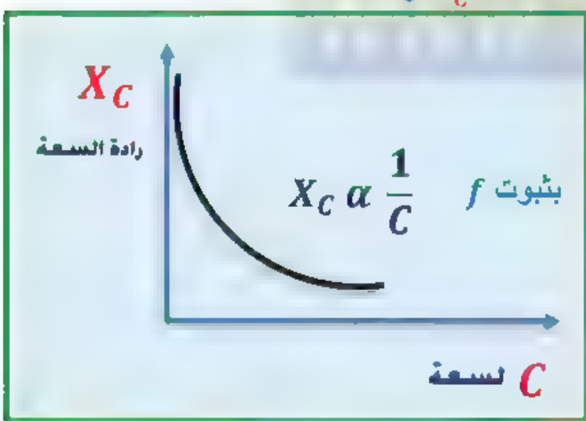


- نربط دائرة كهربائية عملية (تتألف من المتسعة والاميتر ومصدر الفولطية على التوالي ونربط الفولطميتر على التوازي بين صفيحتي المتسعة) كما في الشكل .
- نغلق الدائرة ونلاحظ قراءة الاميتر .
- نزيد مقدار سعة المتسعة تدريجيا (وذلك بإدخال لوح من مادة عازلة كهربائيا بين صفيحتي المتسعة) ، سنلاحظ ازدياد قراءة الاميتر (ازدياد التيار المناسب في الدائرة زيادة طردية مع ازدياد سعة المتسعة)

الاستنتاج :

نستنتج من النشاط ان رادة السعة (X_C) تتناسب تناسبا عكسيا مع سعة المتسعة ($X_C \alpha \frac{1}{C}$) بثبوت تردد فولطية المصدر (f) .

- ومن النشاط يمكن رسم مخطط بياني يبين العلاقة بين رادة السعة X_C وسعة المتسعة C



س // ماذا تعمل المتسعة عند الترددات العالية جداً لفولطية المصدر ؟ ولماذا ؟

الجواب // تعمل المتسعة عمل مفتاح مغلق (تعد خارج المصدر) ، لان عند الترددات العالية جدا تقل رادة السعة وقد تصل الى الصفر وحسب العلاقة ($X_C = \frac{1}{2\pi f C}$) فهي تتناسب تناسبا عكسيا مع تردد التيار ($X_C \alpha \frac{1}{f}$) .

س // ماذا تعمل المتسعة عند الترددات الواطئة جداً ؟ ولماذا ؟

الجواب // يعمل عمل مفتاح مفتوح ، كما يحصل عند وجود المتسعة في دائرة التيار المستمر ، لان الترددات الواطئة جدا تزداد رادة السعة زيادة كبيرة جدا وقد تؤدي الى قطع تيار الدائرة وحسب العلاقة ($X_C = \frac{1}{2\pi f C}$) لان رادة السعة تتناسب تناسبا عكسيا مع تردد التيار ($X_C \alpha \frac{1}{f}$) .






ربطت متسعة سعتها $\left(\frac{4}{\pi}\ \mu F\right)$ بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفية $(2.5\ V)$
احسب مقدار رادة السعة ومقدار التيار في هذه الدائرة اذا كان تردد الدائرة :

$f = 5\ Hz$ -a

$f = 5 \times 10^5 Hz$ -b



$$a - X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \times 5 \times \frac{4}{\pi} \times 10^{-6}} = \frac{10^6}{40} = 25 \times 10^3\ \Omega$$

$$I = \frac{V_C}{X_C} = \frac{2.5}{25 \times 10^3} = \frac{2.5}{2.5 \times 10^4} = 10^{-4}\ A$$

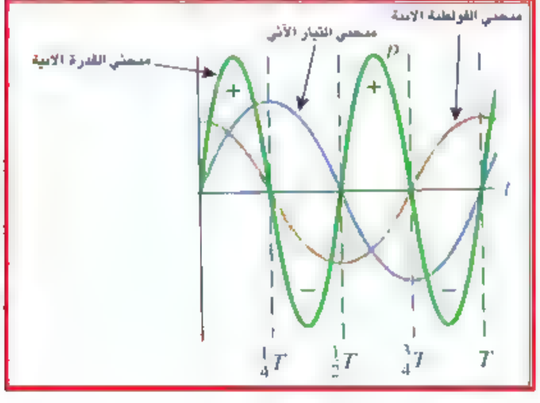
$$b - X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \times 5 \times 10^5 \times \frac{4}{\pi} \times 10^{-6}} = \frac{1}{4} = 0.25\ \Omega$$

$$I = \frac{V_C}{X_C} = \frac{2.5}{0.25} = \frac{2.5}{2.5 \times 10^{-1}} = 10\ A$$

القدرة في دائرة تيار متناوب الحمل فيها متسعة ذات سعة صرف

س // وزاري // لماذا القدرة المتوسطة لدورة كاملة او عدد صحيح من الدورات الكاملة تساوي صفر لدائرة تيار متناوب تحتوي متسعة ذات سعة صرف ؟

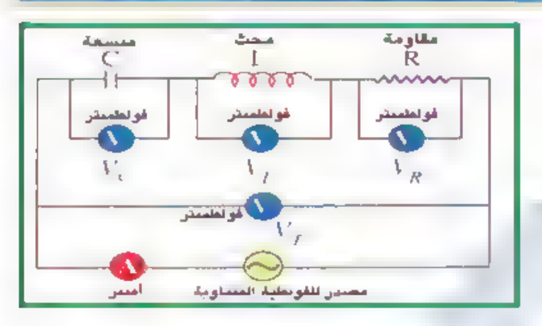
الجواب // لان المتسعة تشحن خلال الربع الاول من الدورة ثم تفرغ جميع شحنتها الى المصدر خلال الربع الذي يليه من الدورة وبعدها تشحن المتسعة بقطبية معاكسة وتتفرغ وهكذا بالتعاقب .



س // لماذا لا تبدد المتسعة ذات السعة الصرف قدرة في دائرة التيار المتناوب ؟

الجواب // لعدم توافر مقاومة في الدائرة .

دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف و محث صرف و متسعة ذات سعة صرف (R – L – C)



في مثل هكذا نوع من الربط كما مبين في الشكل :

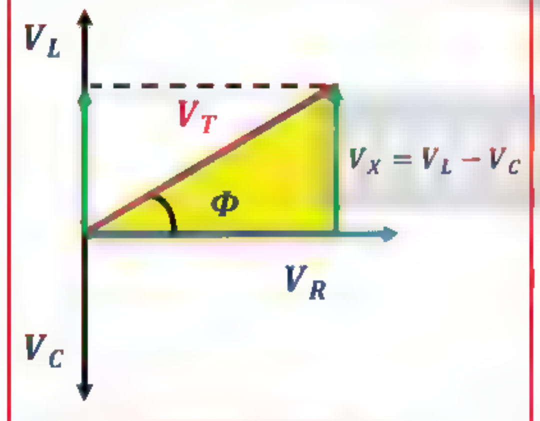
- تتخذ المحور الافقي X محور اسناد .
- المتجهات الطورية للتيارات (I_R , I_L , I_C) في دائرة ربط المتوالية تنطبق على المحور X .
- المتجهات الطورية للفولطية (V_R , V_L , V_C) ينصنع كل منها زاوية فرق طور (Φ) مع المحور X .

★ مقدار التيار متساوي لجميع عناصر الدائرة المتوالية الربط أي ان :

$$I_T = I_R = I_L = I_C$$

مخطط الفولطيات :

اولاً // اذا كانت (V_C اصغر من V_L) فان :-



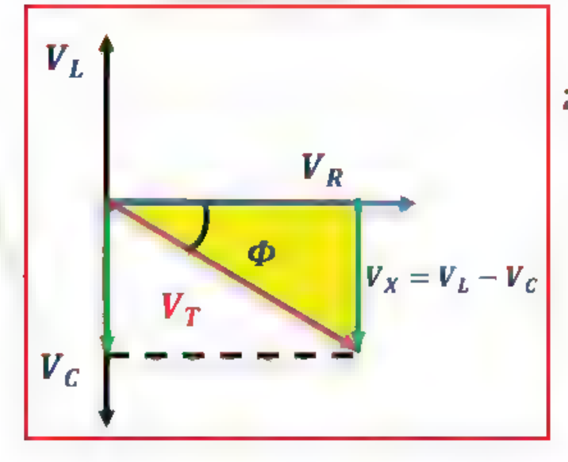
★ تمتلك الدائرة خواص حثية وان فولطية الرادة المحصلة (V_X) موجبة

★ زاوية فرق الطور (Φ) بين متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) ومتجه الطور للتيار (I) موجبة .

★ متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) يسبق متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور (Φ) .

★ مثلث الفولطية يكون في الرسم بالربع الاول (نحو الاعلى) .

ثانياً // اذا كانت (V_C اكبر من V_L) فان :-



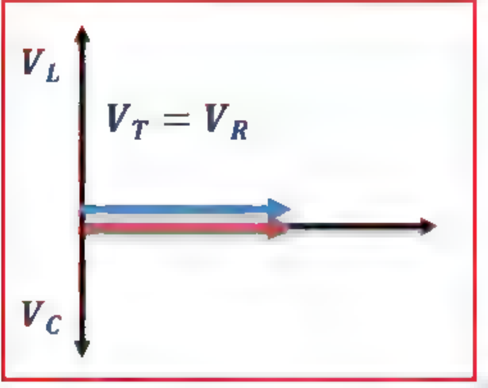
★ تمتلك الدائرة خواص سعوية وان فولطية الرادة المحصلة (V_X) سالبة

★ زاوية فرق الطور (Φ) بين متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) ومتجه الطور للتيار (I) سالبة .

★ متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) يتأخر عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور (Φ) .

★ مثلث الفولطية يكون في الرسم بالربع الرابع (نحو الاسفل) .

ثالثاً // اذا كانت ($V_L = V_C$) فان :-



★ تمتلك الدائرة خواص مقاومة اومية صرف وان فولطية الرادة المحصلة (V_X) تساوي صفر

★ زاوية فرق الطور (Φ) بين متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) ومتجه الطور للتيار (I) تساوي صفر .

★ متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) ينطبق على متجه الطور للتيار (أي انهما في طور واحد).

* لحساب الفولطية الكلية (الفولطية المحصلة) حسب العلاقة الاتية :

$$(V_T)^2 = (V_R)^2 + (V_L - V_C)^2$$

حيث ان :

V_T : الفولطية الكلية للدائرة (الفولطية المحصلة) .

V_X : فولطية الرادة المحصلة وهي الفرق بين فولطية الرادتين أي :

$$V_X = V_L - V_C$$

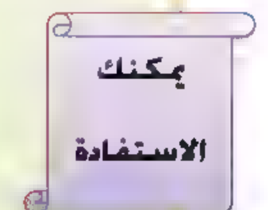
★ ولحساب زاوية فرق الطور (Φ) بين متجه الفولطية الكلية وتيار الدائرة من خلال استخدام العلاقة الاتية :

$$\tan\Phi = \frac{V_L - V_C}{V_R}$$

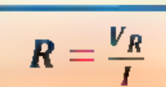
ملاحظة // يمكنك استخدام قانون $\sin\Phi$ او $\cos\Phi$ حسب المخططات لإيجاد زاوية فرق الطور .

الممانعة الكلية للدائرة (Z) : تعرف بأنها المعاكسة المشتركة للمقاومة والرادة ضد التغير بالتيار وتقاس بوحدة الاوم

باستخدام قانون اوم يمكنك استخدام القوانين التالية المهمة جدا وحسب نوع الربط :-



$$R = \frac{V_R}{I}$$



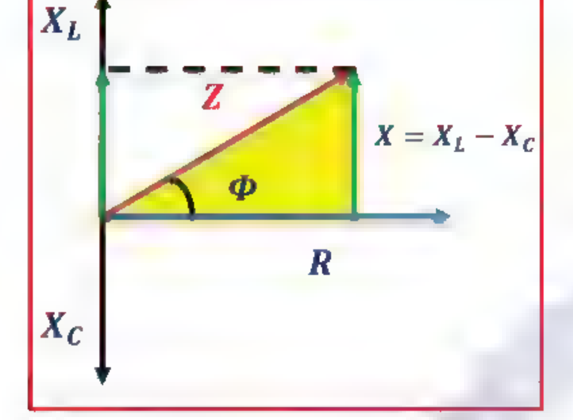
$$X_L = \frac{V_L}{I} = \omega L = 2\pi f L$$

$$X_C = \frac{V_C}{I} = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$Z = \frac{V_T}{I}$$

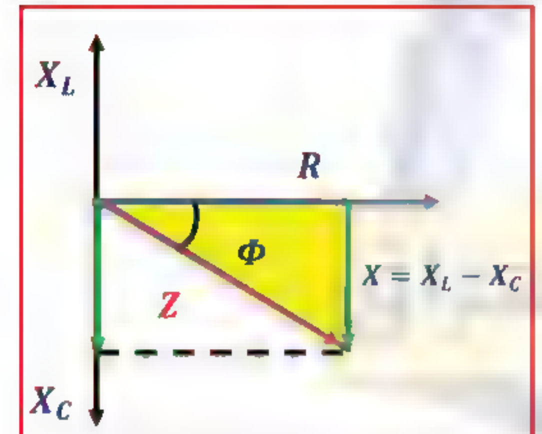
" السلاحف أكثر خبرة بالطرق من الأرانب "

مخطط الممانعات :



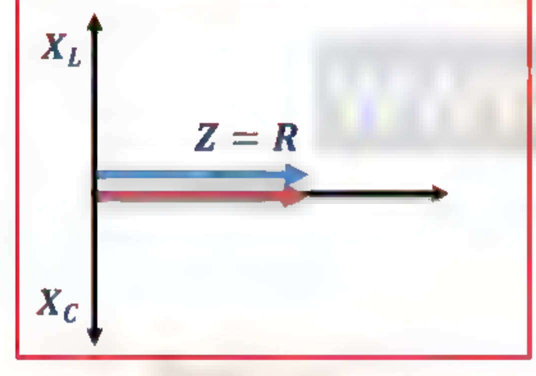
اولاً // اذا كانت (X_C اصغر من X_L) فان :-

★ تمتلك الدائرة خواص حثية وان الرادة المحصلة (X) موجبة .
★ زاوية فرق الطور (Φ) بين متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) ومتجه الطور للتيار (I) موجبة .
★ متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) يسبق متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور (Φ) .
★ مثلث الممانعة يكون في الرسم بالربع الاول (نحو الاعلى) .



ثانياً // اذا كانت (X_C اكبر من X_L) فان :-

★ تمتلك الدائرة خواص سعوية وان الرادة المحصلة (X) سالبة .
★ زاوية فرق الطور (Φ) بين متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) ومتجه الطور للتيار (I) سالبة .
★ متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) يتأخر عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور (Φ) .
★ مثلث الممانعة يكون في الرسم بالربع الرابع (نحو الاسفل) .



ثالثاً // اذا كانت ($X_C = X_L$) فان :-

★ تمتلك الدائرة خواص مقاومة اومية صرف وان فولطية الرادة المحصلة (X) تساوي صفر
★ زاوية فرق الطور (Φ) بين متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) ومتجه الطور للتيار (I) تساوي صفر .
★ متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) ينطبق على متجه الطور للتيار (أي انهما في طور واحد).

★ لحساب الممانعة الكلية وحسب العلاقة الاتية :

$$(Z)^2 = (R)^2 + (X_L - X_C)^2$$

حيث ان :

Z : الممانعة الكلية للدائرة

X : الرادة المحصلة وهي الفرق بين رادة الحث ورادة السعة أي :

$$X = X_L - X_C$$

★ ولحساب زاوية فرق الطور (Φ) بين متجه الفولطية الكلية وتيار الدائرة من خلال استخدام العلاقة الاتية :

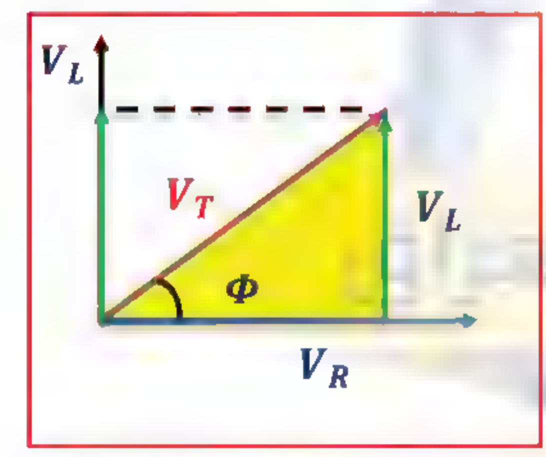
$$\tan \Phi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{X}{R}$$

دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف و محث صرف (R – L)

- التيار الكلي ايضا متساوي في جميع عناصر الدائرة متوالية الربط أي :

$$I_T = I_R = I_L$$

مخطط الفولطيات :



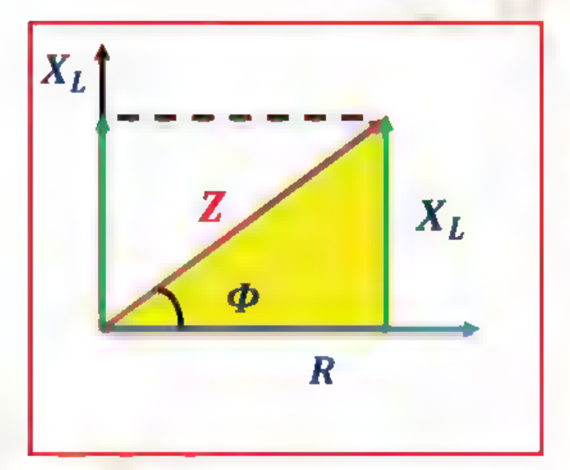
★ لحساب الفولطية الكلية وحسب نظرية فيثاغورس من مثلث الفولطيات :

$$(V_T)^2 = (V_R)^2 + (V_L)^2$$

★ ولحساب زاوية فرق الطور بين الفولطية الكلية والتيار باستخدام العلاقة الاتية :

$$\tan \Phi = \frac{V_L}{V_R}$$

مخطط الممانعات :



★ لحساب الممانعة وحسب نظرية فيثاغورس من مثلث الممانعات :

$$Z^2 = R^2 + (X_L)^2$$

★ ولحساب زاوية فرق الطور من المثلث ايضا باستخدام العلاقة الاتية :

$$\tan \Phi = \frac{X_L}{R}$$

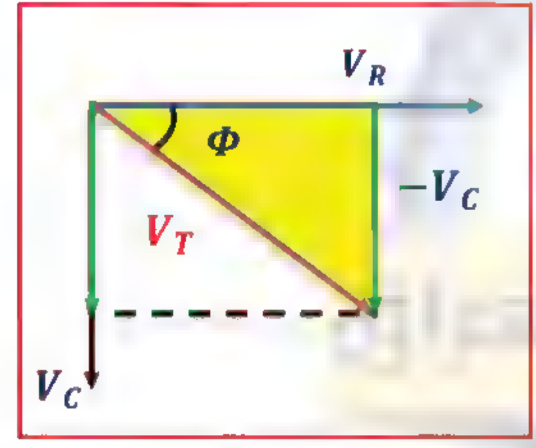
ملاحظة // يمكنك استخدام قانون $\sin \Phi$ او $\cos \Phi$ حسب المخططات لإيجاد زاوية فرق الطور .

دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف و متسعة ذات سعة صرف (R – C)

● التيار الكلي ايضا متساوي في جميع عناصر الدائرة متوالية الربط أي :

$$I_T = I_R = I_C$$

مخطط الفولطيات :



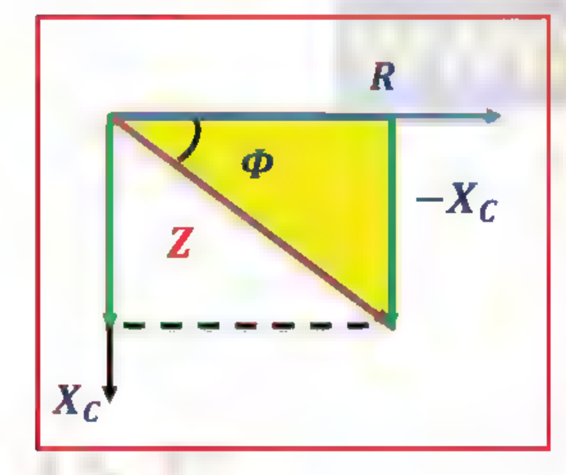
★ لحساب الفولطية الكلية وحسب نظرية فيثاغورس من مثلث الفولطيات :

$$(V_T)^2 = (V_R)^2 + (V_C)^2$$

★ ولحساب زاوية فرق الطور بين الفولطية الكلية و التيار باستخدام العلاقة الاتية :

$$\tan \Phi = \frac{-V_C}{V_R}$$

مخطط الممانعات :



★ لحساب الممانعة وحسب نظرية فيثاغورس من مثلث الممانعات :

$$Z^2 = R^2 + (X_C)^2$$

★ ولحساب زاوية فرق الطور من المثلث ايضا باستخدام العلاقة الاتية :

$$\tan \Phi = \frac{-X_C}{R}$$

ملاحظات عامة ومهمه :

★ عند ربط ملف الى تيار مستمر (بطارية) فأن يعتبر مقاومة فقط .
★ ملف مهمل المقاومة يعني محث فقط .
★ ان الملف يعني (محث + مقاومة) .
★ عند ربط ملف مع مقاومة على التوالي مثلاً فأن (R) التي نستخرجها من قانون الممانعة الكلية $Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$ تمثل المقاومة الكلية أي : $R_T = R_L + R$
★ المقدار المؤثر للتيار يعني التيار الكلي و المقدار المؤثر للفولطية يعني الفولطية الكلية .



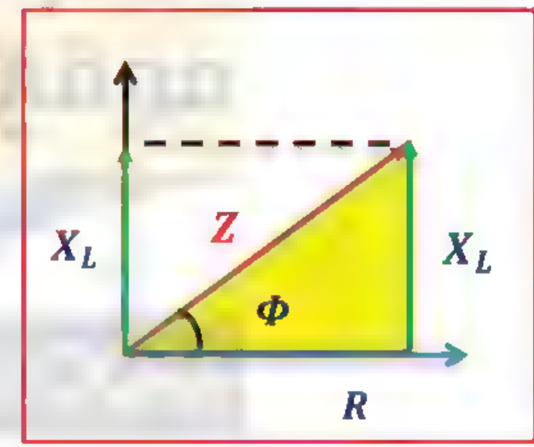
ربط ملف معامل حثه الذاتي ($L = \frac{\sqrt{3}}{\pi}\ mH$) بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة فرق جهده ($100\ V$) فكانت زاوية فرق الطور Φ بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار ($60°$) ومقدار التيار المنساب الدائرة ($10\ A$) ما مقدار :

1- مقاومة الملف .
2- تردد الدائرة .



$$a - Z = \frac{V_T}{I} = \frac{100}{10} = 10\ \Omega$$

نرسم المخطط الطوري للممانعة ومنة نحسب R ، X_L



$$\cos \Phi = \frac{R}{Z} \Rightarrow \cos 60 = \frac{R}{10} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{R}{10}$$

$$R = 5\ \Omega$$

$$b - Z^2 = R^2 + (X_L)^2$$

$$(10)^2 = (5)^2 + (X_L)^2 \Rightarrow (X_L)^2 = 100 = 25$$

$$(X_L)^2 = 75$$

$$X_L = \sqrt{75} = 5\sqrt{3}\ \ \Omega$$

$$X_L = 2\pi f L \Rightarrow 5\sqrt{3} = 2\pi \times f \times \frac{\sqrt{3}}{\pi} \times 10^{-3} \Rightarrow f = \frac{5}{2\times10^{-3}}$$

$$f = 2500\ Hz$$

كولن بويل :

" ليس هناك أسرار للنجاح ، هي نتيجة التحضير والعمل الجاد والتعلم من الأخطاء"

عامل القدرة (Pf)

القدرة الحقيقية :- هي القدرة المستهلكة على طرفي المقاومة بشكل حرارة وتقاس بوحدة الواط (*Watt*)

ولحساب القدرة الحقيقة :

من العلاقات الاتية :

$$P_{real} = I_R \cdot V_R \quad or \quad P_{real} = I_R^2 \cdot R$$

ومن مخطط الفولطية

$$\cos\Phi = \frac{V_R}{V_T} \quad \Rightarrow \quad V_R = V_T \cos\Phi$$

وبمان ان التيار في دائرة التيار المتناوب متوالية الربط يكون متساوي

$$I_T = I_R = I_L = I_C$$

لذا فان

$$P_{real} = I \cdot V_T \cos\Phi$$

القدرة الظاهرية :- هي القدرة التي يجهزها مصدر التيار المتناوب للدائرة والتي تقاس بوحدة (*V . A*)

ولحساب القدرة الظاهرية :

$$P_{app} = I \cdot V_T \quad or \quad P_{app} = I^2 \cdot Z$$

$$P_{app} = \frac{P_{real}}{\cos\Phi}$$

عامل القدرة :- هو نسبة القدرة الحقيقية (P_{real}) الى القدرة الظاهرية (P_{app}) ويرمز له بالرمز (Pf).

ولحساب عامل القدرة :

من التعريف يمكن ان يحسب

$$Pf = \frac{P_{real}}{P_{app}}$$

يمكن ان يحسب باستخدام جيب تمام زاوية فرق الطور

$$Pf = \cos\Phi$$

يمكن ان يحسب من مخطط الفولطيات

$$Pf = \cos\Phi = \frac{V_R}{V_T}$$

يمكن ان يحسب من مخطط الممانعات

$$Pf = \cos\Phi = \frac{R}{Z}$$



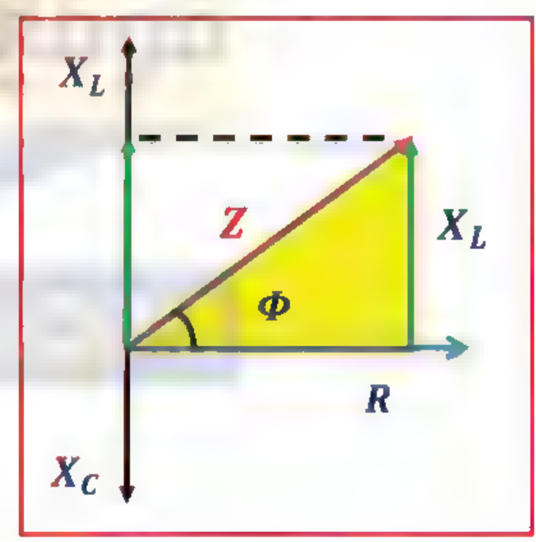
دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف ومتسعة صرف ومحث صرف ($R - L - C$) مربوطة مع بعضها على التوالي ومجموعتها مربوطة مع مصدر للفولطية المتناوبة ($200\ V$) وكانت ومقدار ($X_C = 90\ \Omega$, $X_L = 120\ \Omega$, $R = 40\ \Omega$) احسب مقدار :

1- ممانعة الكلية .
2- تيار المنساب في الدائرة وارسم المخطط الطوري للممانعة .
3- زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار وما هي خصائص هذه الدائرة .
4- عامل القدرة .
5- القدرة الحقيقية المستهلكة في المقاومة.
6- القدرة الظاهرية (المجهزة للدائرة) .



$1 - Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2 = (40)^2 + (120 - 90)^2 = 1600 + 900 = 2500$

$Z = 50\ \Omega$



$2 - I = \frac{V_T}{Z} = \frac{200}{50} = 4\ A$

$3 - \tan\Phi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{120-90}{40} = \frac{30}{40} = \frac{3}{4}$

$\Phi = 37°$ للدائرة خصائص حثية

$4 - Pf = \cos\Phi = \frac{R}{Z} = \frac{40}{50} = 0.8$ or $Pf = \cos\Phi = \cos 37 = 0.8$

$5 - P_{real} = I^2 . R = (4)^2 \times 40 = 16 \times 40 = 640\ Watt$

$6 - P_{app} = I . V_T = 4 \times 200 = 800\ VA$

واجبات وزارية

سؤال وزاري

دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي على مقاومة ($30\ \Omega$) وملف رادته الحثية الملف ($50\sqrt{3}\ \Omega$) وتيار الدائرة ($1\ A$) ، والفولطية المطبقة على الدائرة تعطى بالعلاقة $V_R = 141.4\ sin\ (\omega t + \frac{\pi}{3})$ احسب مقدار:

1- المقدار المؤثر للفولطية المطبقة .
2- زاوية فرق الطور .
3- ممانعة الدائرة .
4- مقاومة الملف .

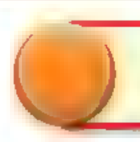
الجواب / ($V_{eff} = 100\ V$, $\Phi = 60°$, $Z = 100\ \Omega$, $R_L = 20\ \Omega$)

سؤال وزاري

س // ربط ملف بين طرفي مصدر للتيار المستمر فولطيته ($100\ V$) فكانت القدرة المستثمرة في الملف ($500\ Watt$) ولو ربط الملف نفسة على طرفي مصدر للتيار المتناوب فولطيته ($125\ V$) وترددده ($\frac{50}{\pi}\ Hz$) لبقي تيار الدائرة بالشده نفسها في الحالتين احسب مقدار :

1- معامل الحث الذاتي للملف .
2- عامل القدرة للدائرة .

الجواب // ($L = 0.15\ H$, $Pf = 0.8$)



الاهتزاز الكهرومغناطيسي

س // ما المقصود بدائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي ؟ او مم تتألف دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي ؟

الجواب //

دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي : وهي دائرة كهربائية مقفلة تتألف من (محث) ملف مهمل المقاومة معامل حثه الذاتي (L) ومتسعة ذات سعة (C) شحنت بمصدر فولطية مستمر ثم فصلت عنه لذا تسمى بدائرة ($L - C$) وان تيار والفولتية هذه الدائرة يتغيران كدالة جيبيه مع الزمن وتسمى هذه التغيرات بالاهتزازات الكهرومغناطيسية

س // ما تعني بدائرة محث – متسعة ($L - C$) ؟

الجواب //

وهي دائرة اهتزاز كهرومغناطيسي تتألف من متسعة ذات سعة صرف ومحث .

س // ما تعني بدائرة محث – متسعة ($L - C$) ؟

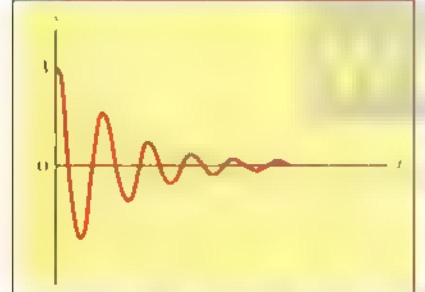
الجواب //

التغيرات في كل من التيار والفولطية كدالة جيبيه مع الزمن في دائرة المحث – متسعة ($L - C$) والتي يتم من خلالها علية تبادل الطاقة بين المتسعة المشحونة والمحث بشكل دوري من حيث الزمن وتخزن الطاقة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة اولاً ثم تفرغ المتسعة من جميع طاقتها لتخزن الطاقة في المحث بشكل مجال مغناطيسي .

س // متى تتلاشى سعة اهتزاز الطاقة في الدائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي ؟ ولماذا ؟ ومتى تبقى سعة الاهتزازات ثابتة ولا تتلاشى في هذه الدائرة ؟ بين ذلك بالرسم ؟

الجواب //

تتلاشى سعة الاهتزاز عند وجود مقاومة في الدائرة والتي تبدد القدرة بشكل حرارة . اما عند عدم وجود مقاومة تبقى سعة الاهتزاز الكهرومغناطيسي ثابتة المقدار .



س // علام يعتمد مقدار الطاقة المختزنة في دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي في كل من المتسعة والمحث ؟

الجواب //

1- المتسعة : يعتمد مقدار الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة على مربع الشحنة المختزنة في المتسعة وحسب العلاقة $PE = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ وبثبوت السعة C .

2- المحث : يعتمد مقدار الطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي في المحث على مربع التيار المنساب خلال المحث الصرف وحسب العلاقة $PE = \frac{1}{2} L I^2$ وبثبوت معامل الحث الذاتي L .

س // لماذا تتغير كل من الطاقة الكهربائية والطاقة المغناطيسية بين الصفر والقيمة العظمى كدالة جيبيه متغيرة مع الزمن ؟

الجواب // لان المتسعة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة تتناسب طرديا مع Q^2 والطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي تتناسب طرديا مع I^2



س // كيف تتم عملية تبادل الطاقة بين المتسعة والمحث في دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي خلال الدورة الكاملة

الجواب //

- تكون المتسعة مشحونة بكامل شحنتها وعندئذ تكون الطاقة الكلية في الدائرة تم خزنها في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة .
- تبدأ المتسعة بعد ذلك بتفريغ شحنتها خلال المحث وفي هذه اللحظة ينساب تيار محتث في المحث مولداً مجالا مغناطيسيا وعندئذ يكون قسما من الطاقة الكلية للدائرة مختزنا في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة والقسم الاخر يخزن في المجال المغناطيسي للمحث .
- وبعد ان تتفرغ المتسعة تماما من جميع شحنتها هذا يعني ان التيار المنساب خلال المحث يكون عند قيمته العظمى وبذلك تكون جميع الطاقة في الدائرة قد اختزنت في المجال المغناطيسي للمحث .
- بعد ذلك تشحن المتسعة من جديد لكن بقطبية معاكسة وتتحول الطاقة الى المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة ثم تفرغ من شحنتها لكي تخزن الطاقة في المجال المغناطيسي للمحث .

** وبذلك يستمر تبادل اختزان الطاقة بين المتسعة والمحث من غير نقصان لان الدائرة لا يتوافر فيها مقاومة تسبب في ضياع الطاقة .

** في دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي يصبح التيار عند اعظم قيمة له عندما تتفرغ المتسعة من شحنتها و تكون الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة فيها صفرا (والعكس صحيح) .

س // كيف يمكن الحصول على حالة الرنين في دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي ؟

الجواب //

يتم ذلك بتوليف هذه الدائرة مع تردد الاشارة المطلوب استلمها (أي جعل تردد دائرة الاستقبال مساويا لتردد الاشارة المطلوب تسلمها) .

وهذا ما يحدث في عملية التوليف بين محطات الاذاعة او التلفاز وتردد اجهزة الاستقبال في البيوت وذلك بتغير سعة المتسعة في الدائرة المهتزة

يعطى التردد الطبيعي للدائرة المهتزة بالعلاقة الاتية ::

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

او

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

حيث ان :

ω : التردد الزاوي

f : التردد الطبيعي

الرنيين في دوائر التيار المتناوب

الرنين الكهربائي :- وهي الحالة التي يكون فيها تيار الدائرة بأعظم مقدار اذا كان تردد دائرة الاستقبال (دائرة التنغيم) مساويا لتردد الاشارة المستلمة وعندها تكون رادة الحث ($X_L = \omega L$) مساوية لرادة السعة ($X_C = \frac{1}{\omega C}$) وهذا يجعل ممانعة الدائرة باقل مقدار ($Z = R$) .

ومن امثلته : دائرة التنغيم المستعملة في المستقبلات في اجهزة الراديو وهي دائرة ($R - L - C$) متوالية الربط .

س // ما اهمية العملية لدوائر التيار المتناوب (R – L – C) متوالية الربط ؟
الجواب // تكمن اهميتها في الطريقة التي تتجاوب فيها هذه الدوائر مع المصادر ذوات ترددات مختلفة والتي تجعل القدرة المتوسطة المنتقلة الى الدائرة بأكبر مقدار .

ميزات دائرة الرنين :

1- رادة الحث (X_L) تساوي رادة السعة (X_C) لذلك فالرادة المحصلة تساوي صفر $(X = 0)$ وهذا يعني ان ممانعة الدائرة اقل ما يمكن وتساوي المقاومة $(Z = R)$.

2- فولطية الحث (V_L) تساوي فولطية السعة (V_C) فان ذلك يعني فولطية الرادة المحصلة تساوي صفر أي $(V_T = V_R)$.

3- زاوية فرق الطور (Φ) بين متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار تساوي صفر أي ان المتجه متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار متطابقين .

4- عامل القدرة (Pf) يساوي واحد ، حسب العلاقة : $Pf = \cos\Phi = \cos 0 = 1$

5- القدرة الحقيقية تساوي القدرة الظاهرية أي ان ($P_{real} = P_{app}$) .

6- تيار الدائرة يكون في مقداره الاعظم ويمكن حسابه من العلاقة الاتية ($I_r = \frac{V_T}{R}$) .

7- في حالة الرنيين نحصل على التردد الزاوي الرنيني والتردد الرنيني من العلاقتين الاتية :

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

حيث ان :

ω_r : التردد الزاوي الرنيني .
f_r : التردد الرنيني .

س // وضح مع الرسم ما تأثير مقدار المقاومة في مقدار منحني التيار عند التردد الرنيني لدائرة متوالية الربط (R – L – C) ؟
الجواب // عندما يكون مقدار المقاومة صغيرة يكون منحني التيار رفيعا (حاداً) ومقداره كبير ، واذا كانت المقاومة كبيرة فانها تجعل منحني التيار واسعاً ومقداره صغيراً ، أي العلاقة عكسية بينهما .

ماجستير في علوم الفيزياء



س // كيف يمكن تغيير التردد الرنيني في دائرة تيار متناوب متوالية الربط (R – L – C) ؟
الجواب // يمكن تغيير التردد الرنيني للدائرة اما بتغيير سعة المتسعة (C) او بتغيير معامل الحث الذاتي للمحث (L)

س // ماهي خواص دائرة التيار المتناوب متوالية الربط (R-L-C) ولماذا ؟ اذا كان ؟

1- تردد الدائرة اكبر من التردد الرنيني ($f > f_r$) .

2- تردد الدائرة اصغر من التردد الرنيني ($f < f_r$) .

3- تردد الدائرة يساوي التردد الرنيني ($f = f_r$) .

الجواب //

1- تعمل الدائرة بخواص حثية لان $(X_L > X_C)$ وكذلك تكون $(V_L > V_C)$.

2- تعمل الدائرة بخواص سعوية لان $(X_L < X_C)$ وكذلك تكون $(V_L < V_C)$.

3- تعمل الدائرة بخواص مقاومة اومية صرف لان $(X_L = X_C)$ وكذلك تكون $(V_L = V_C)$.

س // اثبت ان التردد الرنيني يعطى بالعلاقة الاتية: $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ؟

الجواب //

$$\because \quad X_L = X_C \quad \Rightarrow \quad \omega_r L = \frac{1}{\omega_r C} \quad \Rightarrow \quad \omega_r^2 L C = 1$$

$$\Rightarrow \quad \omega_r^2 = \frac{1}{LC} \quad \Rightarrow \quad \omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

وبما ان ($\omega_r = 2\pi f_r$) نحصل على :

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

"النجاح هو سلم لا تستطيع تسلقه ويديك في جيوبك."



عــامل النوعيــة

نطاق التردد الزاوي ($\Delta\omega$) : هو الفرق بين التردد الزاوي عند منتصف المقدار الاعظم للقدرة المتوسطة أي أن :

$$\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$$

$\Delta\omega$: نطاق التردد الزاوي .

ω_2 , ω_1 : قيمتي التردد الزاوي على جانبي التردد الزاوي الرنيني (ω_r) عندما تهبط القدرة المتوسطة الى نصف مقدارها الاعظم .

$$\Delta\omega = \frac{R}{L}$$

س // على ماذا يتوقف نطاق التردد الزاوي ؟

الجواب //

1- مقاومة الدائرة ، حيث يتناسب نطاق التردد الزاوي طرديا مع المقاومة .

2- معامل الحث الذاتي للملف ، حيث يتناسب نطاق التردد الزاوي عكسيا مع معامل الحث الذاتي .

س // ماذا يحصل عندما تهبط القدرة المتوسطة الى نصف مقدارها الاعظم في الدوائر الرنينية المتوالية الربط ؟

الجواب //

نحصل على قيمتين للتردد الزاوي على جانبي التردد الزاوي الرنيني هما ω_1 , ω_2 وان الفرق بينهما يمثل نطاق التردد الزاوي .

س // ماذا يحصل عندما تكون مقاومة دائرة الرنين المتوالية الربط صغيرة المقدار ؟

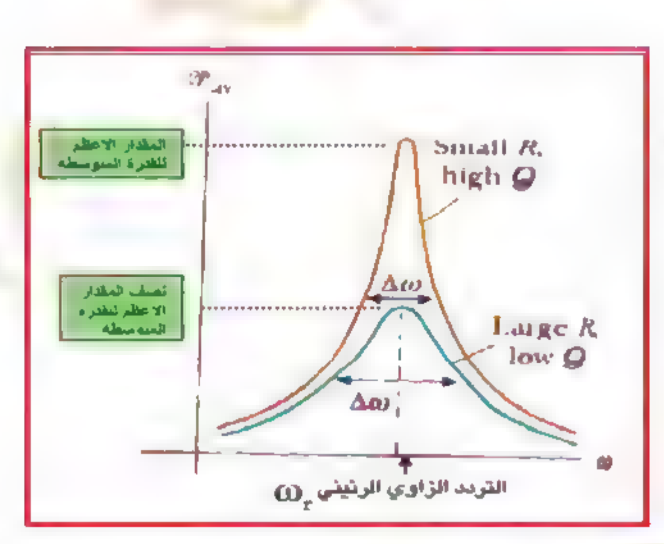
الجواب //

يصبح منحني القدرة المتوسطة عاليا وحادا فيكون عرض نطاق التردد الزاوي ($\Delta\omega$) صغيرا وعندئذ يكون عامل النوعية لهذه الدائرة عاليا.

س // ماذا يحصل عندما تكون مقاومة دائرة الرنين المتوالية الربط كبيرة المقدار ؟

الجواب //

يصبح منحني القدرة المتوسطة واسعا وعريضا ، فيكون عرض نطاق التردد الزاوي ($\Delta\omega$) كبيرا ، وعندئذ يكون عامل النوعية لهذه الدائرة واطئ .



الشكل يوضح العلاقة البيانية بين القدرة المتوسطة والتردد الزاوي لمقدارين مختلفين للمقاومة

عامل النوعية (Qf) : هو النسبة بين مقداري التردد الزاوي الرنيني (ω_r) ونطاق التردد الزاوي $(\Delta\omega)$

$$Qf = \frac{\omega_r}{\Delta\omega} \Rightarrow Qf = \frac{1}{R} \times \sqrt{\frac{L}{C}}$$

س // وزاري مهم// اثبت ان عامل النوعية يعطى بالعلاقة الاتية : $Qf = \frac{1}{R} \times \sqrt{\frac{L}{C}}$ ؟

الجواب //

$$\because \quad Qf = \frac{\omega_r}{\Delta\omega} \Rightarrow Qf = \frac{\frac{1}{\sqrt{LC}}}{\frac{R}{L}} \Rightarrow Qf = \frac{1}{R} \times \frac{L}{\sqrt{LC}}$$

$$\Rightarrow Qf = \frac{1}{R} \times \frac{\sqrt{L} \times \sqrt{L}}{\sqrt{LC}} \quad \therefore Qf = \frac{1}{R} \times \sqrt{\frac{L}{C}}$$

س // وزاري // يزداد عامل النوعية في الدائرة الرنينية متوالية الربط كلما كانت مقاومة هذه الدائرة صغيرة ؟
علل ذلك ؟

الجواب // لان عندما تكون مقاومة الدائرة صغيرة المقدار سيكون منحني القدرة المتوسطة حاداً جداً ، فيكون عرض نطاق التردد الزاوي صغيرا ، وبالتالي يكون عامل النوعية لهذا الدائرة عالياً .

" لا ينال العلم براحة الجسم "



دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ($R = 500\ \Omega$) ومحث صرف ($L = 2\ H$) ومتسعة ذات سعة صرف ($C = 0.5\ \mu F$) ومذبذبا كهربائيا مقدار فرق الجهد بين طرفيه ($100\ V$) ثابتا والدائرة في حالة رنين ، احسب مقدار :

1- التردد الزاوي الرنيني .
2- رادة الحث ورادة السعة والرادة المحصلة .
3- التيار المنساب في الدائرة .
4- الفولطية عبر كل من (المقاومة والمحث والمتسعة و الرادة المحصلة) .
5- زاوية فرق الطور بين الفولطية الكلية والتيار ، وعامل القدرة .

الحل

$$1- \quad \omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{2 \times 0.5 \times 10^{-6}}} = \frac{1}{\sqrt{10^{-6}}} = \frac{1}{10^{-3}} = 1000\ rad/sec$$

$$2- \quad X_L = \omega_r L = 1000 \times 2 = 2000\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega_r C} = \frac{1}{1000 \times 0.5 \times 10^{-6}} = 2000\ \Omega$$

$$X = X_L - X_C = 2000 - 2000 = 0$$

بما ان الدائرة في حالة رنين فان الممانعة الكلية تساوي المقاومة $Z = R$

$$3- \quad I_L = \frac{V}{Z} = \frac{100}{500} = 0.2\ A$$

$$4- \quad V_R = I \cdot R = 0.2 \times 500 = 100\ V$$

$$V_L = I \cdot X_L = 0.2 \times 2000 = 400\ V$$

$$V_C = I \cdot X_C = 0.2 \times 2000 = 400\ V$$

$$V_X = V_L - V_C = 400 - 400 = 0$$

$$5- \quad \tan \Phi = \frac{X}{R} = 0 \quad \Rightarrow \quad \Phi = 0$$

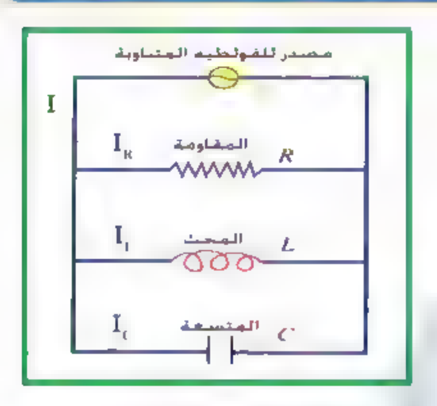
$$Pf = \cos \Phi = \cos 0 = 1$$

"ان تحاول مرارا لا يعني انك غير قادر على النجاح

بل يعني أنك غير قابل للفشل "

دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي مقاومة صرف و محث صرف و متسعة ذات سعة صرف (R – L – C)

في مثل هكذا نوع من الربط كما مبين في الشكل :



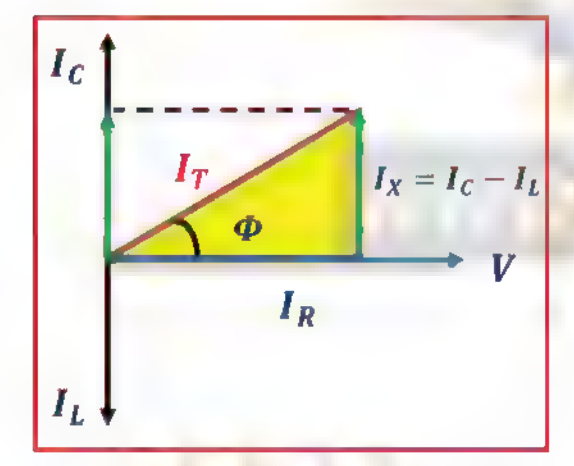
- تتخذ المحور الافقي X محور اسناد .
- المتجهات الطورية للفولطية (V_R , V_L , V_C)في دائرة ربط المتوازية تنطبق على المحور X .
- المتجهات الطورية للتيارات (I_R , I_L , I_C) ينصنع كل منها زاوية فرق طور (Φ) مع المحور X .

مقدار فرق الجهد متساوي لجميع عناصر الدائرة المتوازية الربط أي ان :

$$V_T = V_R = V_L = V_C$$

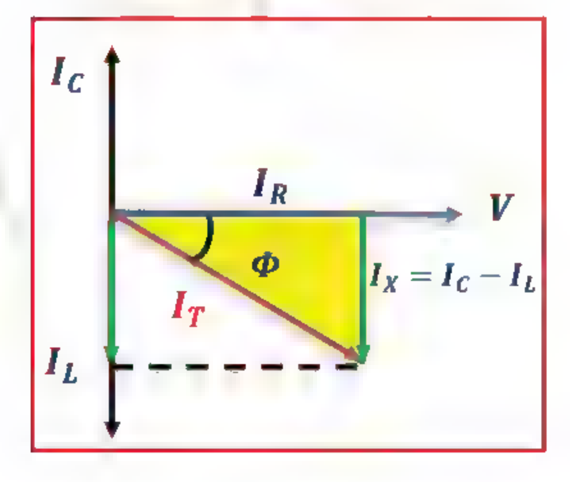
مخطط التيارات :

اولاً // اذا كانت (I_L اصغر من I_C) فان :-



★ تمتلك الدائرة خواص سعوية وان تيار الرادة المحصلة (I_X) موجب .
★ زاوية فرق الطور (Φ) بين متجه الطور للتيار الكلي (I_T) ومتجه الطور للفولطية (V) موجبة .
★ متجه الطور للتيار الكلي (I_T) يسبق متجه الطور للفولطية بزاوية فرق طور (Φ) .
★ مثلث التيار يكون في الرسم بالربع الاول (نحو الاعلى) .

ثانياً // اذا كانت (I_L اكبر من I_C) فان :-



★ تمتلك الدائرة خواص حثية وان تيار الرادة المحصلة (I_X) سالب .
★ زاوية فرق الطور (Φ) بين متجه الطور للتيار الكلي (I_T) الطور للفولطية (V) سالبة .
★ متجه الطور للتيار الكلي (I_T) يتأخر عن متجه الطور للفولطية بزاوية فرق طور (Φ) .
★ مثلث التيار يكون في الرسم بالربع الرابع (نحو الاسفل) .

ثالثاً // اذا كانت ($I_L = I_C$) فان :-

- ★ تمتلك الدائرة خواص مقاومة اومية صرف وان تيار الرادة المحصلة (I_X) تساوي صفر
- ★ زاوية فرق الطور (Φ) بين متجه الطور للتيار الكلي (I_T) الطور للفولطية (V) تساوي صفر .
- ★ متجه الطور للتيار الكلي (I_T) ينطبق على متجه الطور للفولطية (أي انهما في طور واحد).

I_C , $I_T = I_R$, V , I_L

* لحساب التيار الكلي (التيار المحصل) حسب العلاقة الاتية :

$$(I_T)^2 = (I_R)^2 + (I_C - I_L)^2$$

حيث ان :

I_T : التيار الكلي للدائرة (المحصل) .

I_X : تيار الرادة المحصل وهو الفرق بين تيار الرادتين أي :

$$I_X = I_C - I_L$$

* ولحساب زاوية فرق الطور (Φ) بين متجه التيار الكلي والفولطية من خلال استخدام العلاقة الاتية :

$$\tan\Phi = \frac{I_C - I_L}{I_R}$$

ملاحظة // يمكنك استخدام قانون $\sin\Phi$ او $\cos\Phi$ حسب المخططات لإيجاد زاوية فرق الطور .

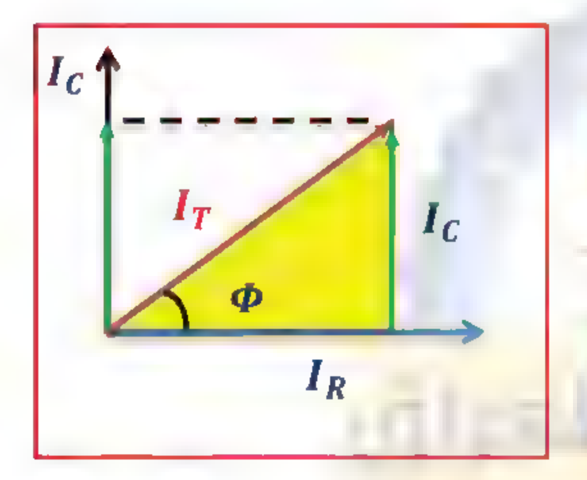
ديل كارينجي :

" لا يمكن تحقيق النجاح إلا إذا أحببت ما تقوم به "

دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي مقاومة صرف و متسعة ذات سعة صرف (R – C)

- الفولطية الكلية مساوية لجميع عناصر الدائرة متوازية الربط أي : $V_T = V_R = V_C$

مخطط التيارات :



★ لحساب التيار الكلي وحسب نظرية فيثاغورس من مثلث التيارات :

$$(I_T)^2 = (I_R)^2 + (I_C)^2$$

★ ولحساب زاوية فرق الطور بين التيار الكلي والفولطية باستخدام العلاقة الاتية :

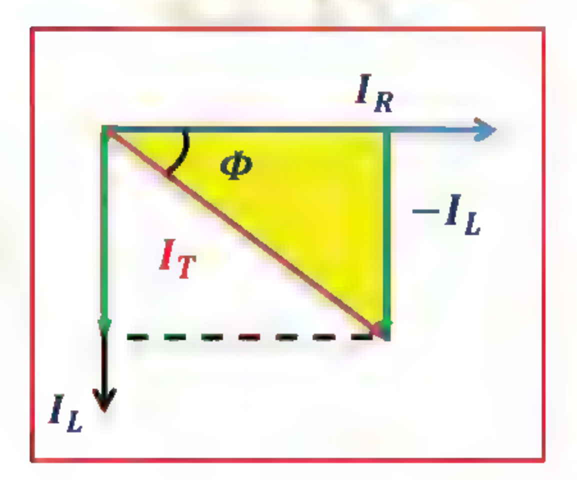
$$\tan \Phi = \frac{I_C}{I_R}$$

ملاحظة // يمكنك استخدام قانون $\sin \Phi$ او $\cos \Phi$ حسب المخططات لإيجاد زاوية فرق الطور .

دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي مقاومة صرف و محث صرف (R – L)

- الفولطية الكلية مساوية لجميع عناصر الدائرة متوازية الربط أي : $V_T = V_R = V_L$

مخطط التيارات :



★ لحساب التيار الكلي وحسب نظرية فيثاغورس من مثلث التيارات :

$$(I_T)^2 = (I_R)^2 + (I_L)^2$$

★ ولحساب زاوية فرق الطور بين التيار الكلي والفولطية باستخدام العلاقة الاتية :

$$\tan \Phi = \frac{-I_L}{I_R}$$

ملاحظات مهمه جدا : كيفية حساب عامل القدرة في دائرة ربط التوازي

★ نحن نعلم ان القانون العام لحساب عامل القدرة (Pf) هو ($cos\ \Phi$) أي ان :

$$Pf = cos\Phi$$

★ ومن المخطط الطوري للتيارات عند ربط التوازي فأن ($cos\ \Phi = \frac{I_R}{I_T}$) لذلك يمكن من العلاقة الاتية حساب عامل القدرة :

$$Pf = cos\Phi = \frac{I_R}{I_T}$$

★ وعند التعويض عن تيار المقاومة ($I_R = \frac{V}{R}$) والتيار الكلي ($I_R = \frac{V}{Z}$) بالعلاقة اعلاه نحصل على علاقة اخرى لحساب عامل القدرة :

$$Pf = cos\Phi = \frac{\frac{V}{R}}{\frac{V}{Z}} \Rightarrow Pf = cos\Phi = \frac{Z}{R}$$

★ اما لحساب القدرة الحقيقية والقدرة الظاهرية فأننا نستخدم نفس القوانين السابقة لها مع مراعات ان الربط توازي أي ان ($V_T = V_C = V_L = V_C$) .

العالم الفيزيائي توماس اديسون :

" الكثير ممن فشلوا لم يدركوا مدى قربهم من النجاح عندما استسلموا "



دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي (مقاومة صرف R ومتسعة ذات سعة صرف C ومحث صرف L) مربوطة جميعها مع بعضها على التوازي ، ربطت المجموعة بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه (240 V) وكان مقدار المقاومة (80 Ω) ورادة الحث (20 Ω) ورادة السعة (30 Ω) ، احسب مقدار :

1- التيار المناسب في كل فرع من فروع الدائرة .
2- تيار الرنيس المناسب في الدائرة مع وارسم المخطط متجهات الطور للتيارات .
3- الممانعة الكلية في الدائرة .
4- زاوية فرق الطور بين المتجه الطوري للتيار الرنيس ومتجه الطور للفولطية في الدائرة وما هي خصائص هذه الدائرة
5- عامل القدرة .
6- كل من القدرة الحقيقية (المستهلكة في الدائرة) والقدرة الظاهرية (المجهزة للدائرة) .



بما ان الربط توازي فأن

$$1- \; V_T = V_R = V_L = V_C = 240\,V$$

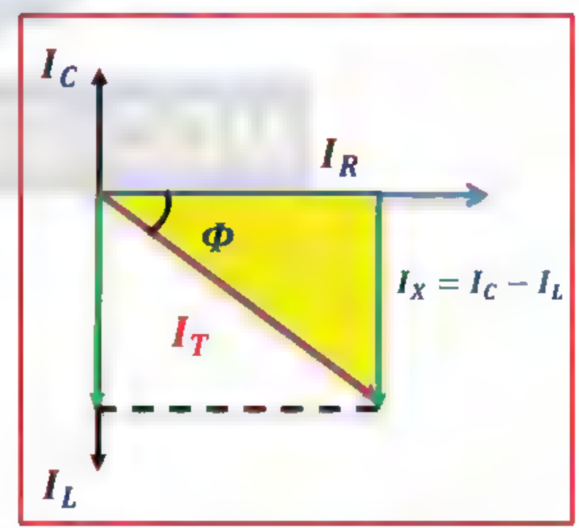
$$I_R = \frac{V}{R} = \frac{240}{80} = 3\,A \quad , \quad I_C = \frac{V}{X_C} = \frac{240}{30} = 8\,A \quad , \quad I_L = \frac{V}{X_L} = \frac{240}{20} = 12\,A$$

$$2- \; (I_T)^2 = (I_R)^2 + (I_C - I_L)^2$$

$$I_T = \sqrt{(I_R)^2 + (I_C - I_L)^2}$$

$$I_T = \sqrt{(3)^2 + (8-12)^2}$$

$$I_T = \sqrt{25} = 5\,A$$



$$3- \; Z = \frac{V}{I_T} = \frac{240}{5} = 48\,\Omega$$

$$4- \; \tan\Phi = \frac{I_C - I_L}{I_R} = \frac{8-12}{3} = -\frac{4}{3} \quad \Rightarrow \quad \Phi = -53^\circ$$

للدائرة خصائص حثية لان زاوية Φ فرق الطور بين متجه الطور الرنيس ومتجه الفولطية للدائرة يقع في الربع الرابع

$$5- \; \text{Pf} = \cos\Phi = \frac{I_R}{I_T} = \frac{3}{5} = 0.6$$

$$6- \; P_{real} = I_R \cdot V_R = 3 \times 240 = 720\,Watt$$

$$P_{app} = I_T \cdot V_T = 5 \times 240 = 1200\,V\,A$$

اسئلـــة الفصـــل الثالث

س1 / اختر الاجابة الصحيحة لكل من العبارات الاتية :

1- دائرة تيار متناوب متوالية الربط الحمل فيها يتألف من مقاومة الصرف (R) يكون فيها مقدار القدرة المتوسطة لدورة كاملة أو لعدد صحيح من الدورات :

a) يساوي صفرا ، ومتوسط التيار يساوي صفرا .
b) يساوي صفرا ، ومتوسط التيار يساوي نصف المقدار الاعظم للتيار .
c) نصف المقدار الاعظم للقدرة ، ومتوسط التيار يساوي صفرا.
d) نصف المقدار الاعظم للقدرة ،ومتوسط التيار يساوي نصف المقدار الاعظم للتيار .

****

2- دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي محث صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف $(R - L - C)$.
لا يمكن ان يكون فيها :

a) التيار خلال المتسعة متقدما على التيار خلال المحث بفرق طور $(\Phi = \pi)$.
b) التيار خلال المتسعة متقدما على التيار خلال المقاومة بفرق طور $(\Phi = \pi/2)$.
c) التيار خلال المقاومة والتيار خلال المتسعة ويكونان بالطور نفسه $(\Phi = 0)$.
d) التيار خلال المحث يتأخر عن التيار خلال المقاومة بفرق طور $(\Phi = \pi/2)$.

****

3- في دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي ، عند اللحظة التي يكون فيها مقدار التيار صفرا ، تكون الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة فيها :

a - صفراً b– بأعظم مقدار c- نصف مقدارها الاعظم d- تساوي 0.707 من مقدارها الاعظم

****

4- دائرة تيار متناوب تحتوي مذبذب كهربائي فرق جهده ثابت المقدار ،ربطت بين طرفي متسعة ذات سعة صرف سعتها ثابتة المقدار ، عند ازدياد تردد فولطية المذبذب :

a) يزداد مقدار التيار في الدائرة .
b) يقل مقدار التيار في الدائرة .
c) ينقطع التيار في الدائرة .
d) أي من العبارات السابقة يعتمد ذلك على مقدار سعة المتسعة

للتوضيح : عندما يقل التردد يكون اصغر من التردد الرنيني $(f < f_r)$.
يزداد مقدار رادة السعة لان : $X_C = \frac{1}{2\pi f c} \Rightarrow X_C \propto \frac{1}{f}$

****

5- دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي محثا صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف $(R - L - C)$.
فان جميع القدرة في هذه الدائرة :

a) تتبدد خلال المقاومة
b) تتبدد خلال المتسعة
c) تتبدد خلال المحث
d) تتبدد خلال العناصر الثلاث في الدائرة

****

6- دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي محثا صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف $(R - L - C)$.
ومذبذب كهربائي وعندما يكون تردد المذبذب اصغر من التردد الرنيني لهذه الدائرة فانها تمتلك .

a) خواص حثية ، بسبب كون : $X_L > X_C$
b) خواص سعوية ، بسبب كون : $X_C < X_L$
c) خواص اومية خالصة، بسبب كون : $X_L = X_C$
d) خواص سعوية ، بسبب كون : $X_C > X_L$




للتوضيح : عندما يقل التردد يكون اصغر من التردد الرنيني ($f < f_r$) .

يزداد مقدار رادة السعة لان : $X_C = \frac{1}{2\pi fc} \Rightarrow X_C \propto \frac{1}{f}$

وكذلك يقل مقدار راد الحث لان : $X_L = 2\pi f L \Rightarrow X_L \propto f$

عند ذلك تكون ($X_C > X_L$) وبهذا فان : (الفولطية الكلية تتأخر V_T عن التيار بزاوية فرق الطور Φ وتكون سالبة وتقع في الربع الرابع ، لذا فللدائرة خصائص سعوية)

****

7- دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي محثا صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف (L – C – R) .
عندما تكون الممانعة الكلية للدائرة بأصغر مقدار وتيار هذه الدائرة بأكبر مقدار ،فان مقدار عامل القدرة فيها :

a) اكبر من الواحد الصحيح .
b) اقل من الواحد الصحيح .
c) يساوي صفرا .
d) يساوي واحد صحيح

للتوضيح : عندما تكون الممانعة الكلية للدائرة بأصغر مقدار وتيار الدائرة بأكبر مقدار ، فأن هذه الدائرة في حالة رنين ، فعند التردد الرنيني تكون الرادة المحصلة (X) تساوي صفر أي :

$$\tan\Phi = \frac{X}{R} = \frac{0}{R} = 0 \quad \Rightarrow \quad \Phi = 0 \quad \therefore Pf = \cos\Phi = \cos 0 = 1$$

****

8- دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي ملف غير مهمل المقاومة ($R - L$) . لجعل عامل القدرة في هذه الدائرة يساوي الواحدة الصحيح تربط في هذا الدائرة متسعة على :

a) التوالي مع الملف بشرط ان تكون رادة الحث X_L اصغر من رادة السعة X_C .
b) التوازي مع الملف بشرط ان تكون رادة الحث X_L تساوي رادة السعة X_C .
c) التوالي مع الملف بشرط ان تكون رادة الحث X_L اكبر من رادة السعة X_C .
d) التوالي مع الملف بشرط ان تكون رادة الحث X_L تساوي رادة السعة X_C .

للتوضيح : عندما يقل التردد يكون اصغر من التردد الرنيني ($f < f_r$) .

يزداد مقدار رادة السعة لان : $X_C = \frac{1}{2\pi fc} \Rightarrow X_C \propto \frac{1}{f}$

وكذلك يقل مقدار راد الحث لان : $X_L = 2\pi f L \Rightarrow X_L \propto f$

عند ذلك تكون ($X_C > X_L$) وبهذا فان : (الفولطية الكلية تتأخر V_T عن التيار بزاوية فرق الطور Φ وتكون سالبة وتقع في الربع الرابع ، لذا فللدائرة خصائص سعويه)

****

9- دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي محثا صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف (L – C – R) .
تكون لهذه الدائرة خواص حثية اذا كانت :

a) رادة الحث X_L اكبر من رادة السعة X_C .
b) رادة السعة X_C اكبر من رادة الحث X_L
c) رادة الحث X_L تساوي رادة السعة X_C
d) رادة السعة X_L اصغر من المقاومة .

****

10- دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي محثا صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف (L – C – R) .
تكون لهذه الدائرة خواص حثية اذا كانت :

a) رادة الحث X_L اكبر من رادة السعة X_C .
b) رادة السعة X_C اكبر من رادة الحث X_L
c) رادة الحث X_L تساوي رادة السعة X_C
d) رادة السعة X_L اصغر من المقاومة .




س2 // اثبت ان كل من الرادة الحثية (X_L) و الرادة السعة (X_C) تقاس بوحدة بالأوم (ohm) ؟

الجواب //

$$X_L = 2\pi f L = Hz \cdot Henry = \left(\frac{1}{sec}\right) \cdot \left(\frac{Volt \cdot sec}{Ampere}\right) = \frac{Volt}{Ampere} = ohm\ (\Omega)$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{Hz \cdot Farad} = \frac{1}{\left(\frac{1}{sec}\right) \cdot \left(\frac{Coulomb}{Volt}\right)} = \frac{sec \cdot Volt}{Ampere \cdot sec} = \frac{Volt}{Ampere} = ohm$$

****

س3 // ما تأثير تردد فولطية المصدر على كل من :

1- رادة السعة .

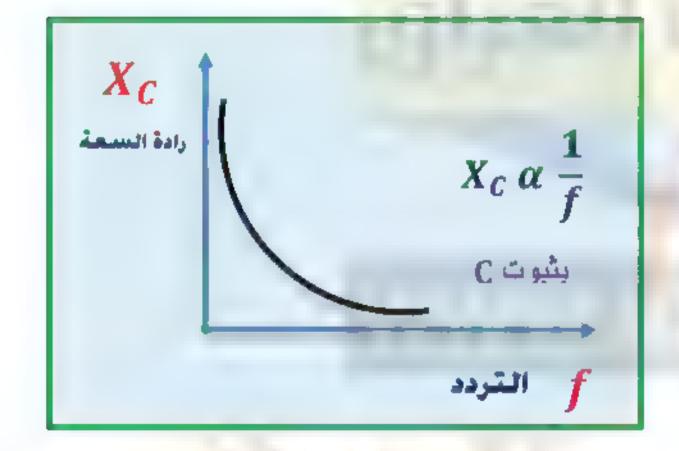
2- رادة الحث .

موضحا بالرسم البياني لكل منهما ؟

الجواب //

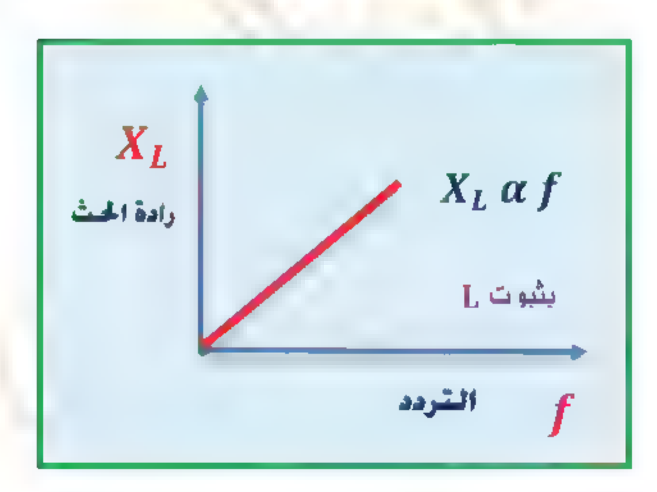
1- تقل رادة السعة بزيادة تردد فولطية المصدر لان :

$X_C = \frac{1}{2\pi f c} \Rightarrow X_C \propto \frac{1}{f}$ بثبوت (C)



2- تزداد رادة الحث بزيادة التردد فولطية المصدر لان :

$X_L = 2\pi f L \Rightarrow X_L \propto f$ بثبوت (L)



س4 // دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف ($R - L - C$) مربوطة على التوالي مع بعضها وربطت مجموعتهما مع مصدرا للفولطية المتناوبة . ما العلاقة بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار في الحالات الاتية :

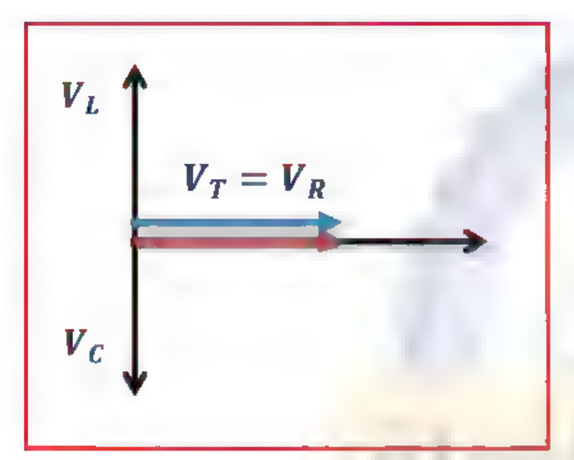
a- رادة الحث تساوي رادة السعة $(X_L = X_C)$
b- رادة الحث اكبر من رادة السعة $(X_L > X_C)$
c- رادة الحث اصغر من رادة السعة $(X_L < X_C)$

الجواب //

a- عندما ($X_L = X_C$) فان :-

متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) ينطبق على متجه الطور للتيار (أي انهما في طور واحد) ، أي ان ($\Phi = 0$)

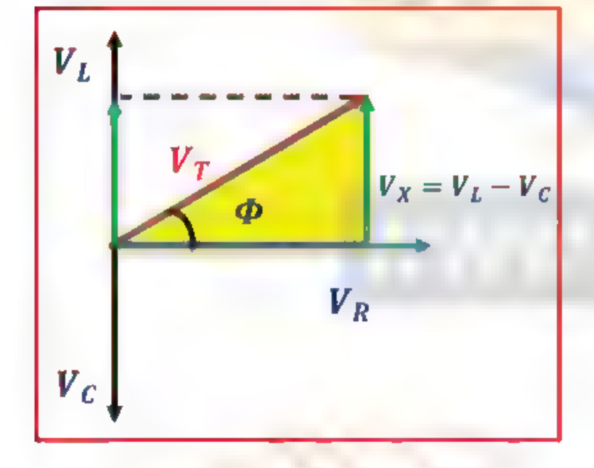
وللدائرة خصائص مقاومة اومية صرف ، وهي في حالة رنين كهربائي



b- عندما ($X_L > X_C$) فان :-

متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) يتقدم على متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور (Φ) وتكون موجبة .

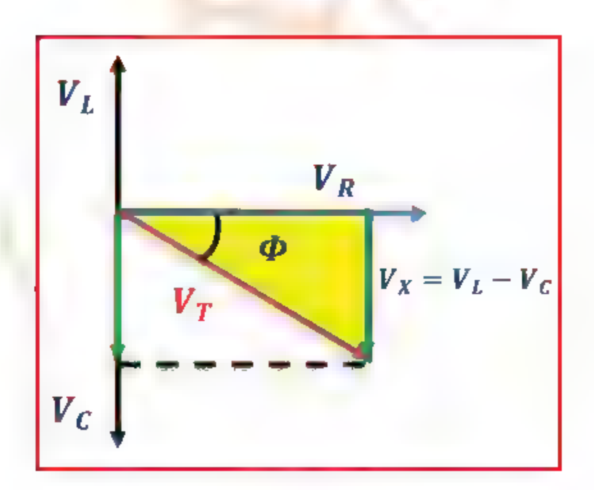
وللدائرة خصائص حثية



C- عندما ($X_L < X_C$) فان :-

متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) يتأخر عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور (Φ) وتكون سالبة .

وللدائرة خصائص سعوية



س5 // دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (R – L – C) مربوطة على التوالي مع بعضها . وربطت مجموعتهما مع مصدر للفولطية المتناوبة .
وضح كيف يتغير مقدار كل من المقاومة ورادة الحث ورادة السعة . اذا تضاعف التردد الزاوي للمصدر .

الجواب //

★ مقدار المقاومة R لا يتغير مع تغير التردد الزاوي (ω) .

★ مقدار رادة الحث X_L يتضاعف بمضاعفة التردد الزاوي ، أي الى (2ω) لان :-

$$X_L = \omega L \quad \Rightarrow \quad X_L \propto \omega \quad \text{L بثبوت}$$

$$\frac{X_{L2}}{X_{L1}} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{2\omega_1}{\omega_1} = 2$$

$$\therefore \frac{X_{L2}}{X_{L1}} = 2 \qquad \therefore X_{L2} = 2\,X_{L1}$$

★ مقدار رادة السعة X_C تقل الى النصف مما كانت علية بمضاعفة التردد الزاوي ، أي الى (2ω) لان :-

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \quad \Rightarrow \quad X_C \propto \frac{1}{\omega} \quad \text{C بثبوت}$$

$$\frac{X_{C2}}{X_{C1}} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\omega_1}{2\omega_1} = \frac{1}{2}$$

$$\therefore \frac{X_{C2}}{X_{C1}} = \frac{1}{2} \qquad \therefore X_{C2} = \frac{1}{2}X_{C1}$$

س6 // علام يعتمد مقدار كل من مما يأتي :

(1) الممانعة الكلية لدائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (R – L – C) .

الجواب //

يعتمد مقدار الممانعة الكلية لدائرة تيار متناوب متوالية الربط (R – L – C) على .

a– مقدار المقاومة R .
b– مقدار معامل الحث الذاتي للمحث L .
c– مقدار سعة المتسعة C .
d– مقدار تردد الفولطية f .

وفق العلاقة :

$$z = \sqrt{R^2 + \left(2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C}\right)^2}$$



(2) عامل القدرة في دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (R – L – C) .

الجواب // يعتمد مقدار عامل القدرة (Pf) لدائرة تيار متناوب متوالية الربط (R – L – C) على .

نسبة القدرة الحقيقية P_{real} الى القدرة الظاهرية P_{app} ، لان: $Pf = \frac{P_{real}}{P_{app}}$

او يعتمد على قياس زاوية فرق الطور Φ بين (I , V_T) ، او يعتمد على (Z , R) لان : $Pf = cos\Phi = \frac{R}{Z}$

(3) عامل النوعية في دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (R – L – C) .

الجواب // يعتمد مقدار عامل النوعية (Qf) على

نسبة مقداري التردد الزاوي (ω_r) ونطاق التردد الزاوي ($\Delta\omega$) ، لان : $Qf = \frac{\omega_r}{\Delta\omega}$

نسبة على ($R - L - C$) وفق العلاقة الاتية : $Qf = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$

****

س7 // ما الذي تمثله كل من الأجزاء الموجبة والأجزاء السالبة في منحني القدرة الآنية في الدائرة تيار متناوب تحتوي فقط .

1- محث صرف .

2- متسعة ذات سعة صرف .

الجواب //

1- محث صرف : الاجزاء الموجبة في المنحني تمثل مقدار القدرة المختزنه في المجال المغناطيسي للمحث عندما تنتقل القدرة من المصدر الى المحث ، والاجزاء السالبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المعادة للمصدر عندما تعاد جميع هذه القدرة الى المصدر .

2- متسعة ذات سعة صرف : الاجزاء الموجبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة (المتسعة تُشحن) عندما تنتقل القدرة من المصدر الى المتسعة ، أما الاجزاء السالبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المعادة للمصدر (المتسعة تفرغ شحنتها) عندما تعاد جميع هذه القدرة الى المصدر .




س8 // اجب عن الاسئلة الاتية :

a- لماذا يفضل استعمال محث صرف في التحكم بتيار التفريغ في مصباح الفورسينت ولا تستعمل مقاومة صرف .

الجواب //
لان المحث عندما يكون صرف لا يستهلك (لا يتبدد) قدرة أي ان : ($P_{dissipated} = 0$) .
بينما المقاومة تستهلك (تبدد) قدرة أي ان : ($P_{dissipated} = I^2 R$) .

b- ما هي مميزات دائرة رنين التوالي الكهربائية التي تحتوي (مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف) ومذبذب كهربائي ؟

الجواب // مميزات دائرة رنين التوالي الكهربائية :

1- ترددها (f) يساوي التردد الزاوي الرنيني (f_r) وهذا يجعل ($X_L = X_C$) وعندئذٍ تكون الرادة المحصلة ($X = X_L = X_C = 0$) وكذلك تكون ($V_L = V_L$) وعندئذٍ تكون المحصلة ($V = V_L = V_C = 0$)

2- تمتلك خواص مقاومة اومية صرف لان : ($Z = R$) .

3- متجه الطور للفولطية (V_m) ومتجه الطور للتيار (I_m) يكونان بطور واحد ، أي ان زاوية فرق الطور (Φ) بينهما تساوي صفراً .

4- عامل القدرة (Pf) يساوي واحد الصحيح ، حسب العلاقة : $Pf = cos\Phi = \cos 0 = 1$.

5- مقدار القدرة الحقيقية (P_{real}) تساوي القدرة الظاهرية (P_{app}) لان :

$$\text{Pf} = \frac{P_{real}}{P_{app}} \Rightarrow 1 = \frac{P_{real}}{P_{app}} \Rightarrow P_{real} = P_{app}$$

6- تيار المنساب فيها يكون بأكبر مقدار لان ممانعتها (Z) تكون بأقل مقدار ، ويعتمد مقدار التيار على مقدار المقاومة ($I_r = \frac{V}{R}$) .

c- ما مقدار عامل القدرة في دائرة تيار متناوب (مع ذكر السبب) . إذا كان الحمل فيها يتألف من :
1- مقاومة صرف 2- محث صرف 3- متسعة ذات سعة صرف .
4- ملف ومتسعة والدائرة متوالية الربط ليست في حالة رنين .

الجواب // عندما يكون الحمل :

1- مقاومة صرف :- $Pf = cos\Phi = \cos 0 = 1$

★ السبب :- متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار يكونان بطور واحد أي ان : ($\Phi = 0$)

2- محث صرف :- $Pf = cos\Phi = \cos 90 = 0$

★ السبب :- متجه الطور للفولطية يسبق متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور ($\Phi = 90$)
وتوجد معاكسة لتغير التيار (رادة الحث) : $X_L = 2\pi f L$

3- **متسعة ذات سعة صرف :-** $Pf = cos\Phi = \cos 90 = 0$

★ **السبب :-** متجه الطور للتيار يسبق متجه الطور للفولطية بزاوية فرق طور ($\Phi = 90$)
وتوجد معاكسة لتغير التيار (رادة السعة) : $X_C = \frac{1}{2\pi f C}$

4- **مقاومة ومتسعة والدائرة ليست في حالة رنين :-** $1 > Pf > 0$ لان زاوية فرق الطور ($\Phi = 0$) تكون : $1 < \Phi < 0$

★ **السبب :-** توجد ممانعة كلية بالدائرة (Z) وهي المعاكسة المشتركة للمقاومة والرادة .

****

س9 // ما المقصود بكل من :

1- عامل القدرة :
2- عامل النوعية :
3- المقدار المؤثر للتيار المتناوب :

الجواب //

1- **عامل القدرة :** نسبة القدرة الحقيقية P_{real} الى القدرة الظاهرية P_{app} .

2- **عامل النوعية :** هو نسبة التردد الزاوي الرنيني ω_r الى نطاق التردد الزاوي $\Delta\omega$.

3- **المقدار المؤثر للتيار المتناوب** هو مقدار التيار في دائرة التيار المتناوب المساوي للتيار المستمر الذي لو انساب خلال مقاومة معينة فأن يولد التأثير الحراري نفسه الذي يولده التيار المتناوب المنساب خلال المقاومة نفسها وللفترة الزمنية نفسها .

3- **دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي** وهي دائرة كهربائية مقفلة تتألف من (محث) ملف مهمل المقاومة معامل حثه الذاتي (L) ومتسعة ذات سعة (C) شحنت بمصدر فولطية مستمر ثم فصلت عنه لذا تسمى بدائرة ($L - C$) وان تيار والفولتية هذه الدائرة يتغيران كدالة جيبيه مع الزمن وتسمى هذه التغيرات بالاهتزازات الكهرومغناطيسية .

****

س10 // دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (R-L-C) على التوالي مع بعضها . وربطت مجموعتهما مع مصدر للفولطية الكلية المتناوبة . وكانت هذه الدائرة في حالة رنين . وضح ما هي خصائص هذه الدائرة وما علاقة الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار ، إذا كان ترددها الزاوي :

1- اكبر من التردد الزاوي الرنيني .
2- أصغر من التردد الزاوي الرنيني .
3- يساوي التردد الزاوي الرنيني .

الجواب //

1- عندما ترددها ($\omega > \omega_r$) تكون للدائرة خصائص حثية وزاوية فرق الطور Φ موجبة وتقع في الربع الاول ، ومتجه الطور للفولطية الكلية (V_T) يتقدم على متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور Φ ، وهذا يجعل $(V_L > V_C)$.

2- عندما ترددها ($\omega < \omega_r$) تكون للدائرة خصائص سعوية وزاوية فرق الطور Φ سالبة وتقع في الربع الاول ، ومتجه الطور للفولطية الكلية (V_T) يتأخر على متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور Φ ، وهذا يجعل $(V_L < V_C)$.

3- عندما ترددها ($\omega = \omega_r$) تكون للدائرة خصائص مقاومة اومية صرف وزاوية فرق الطور $\Phi = 0$ وعندها يكون متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) منطبقاً على متجه الطور للتيار وهذا يجعل $(V_L = V_C)$ ، وتسمى مثل هذه الدائرة بالدائرة الرنينية .

****

س11 // ربط مصباح كهربائي على التوالي مع متسعة ذات سعة صرف ومصدرا للتيار المتناوب . عند أي من الترددات الزاوية العالية ام الواطئة ؟ يكون المصباح اكثر توهجا ؟ وعند أي منها يكون المصباح أقل منها يكون المصباح أقل توهجا (بثبوت مقدار فولطية المصدر) ؟ وضح ذلك .

الجواب //

- ★ عند الترددات الزاوية العالية تقل X_C فيزداد التيار في الدائرة ، لذلك يكون المصباح اكثر توهجاً .
- ★ عند الترددات الزاوية الواطئة تزداد X_C فيقل التيار في الدائرة ، لذلك يكون المصباح اقل توهجاً .

$$\because \quad X_C = \frac{1}{\omega C} \quad \Rightarrow \quad X_C \propto \frac{1}{\omega} \quad C \text{ بثبوت}$$

$$\because \quad I_C = \frac{V}{X_C} \quad \Rightarrow \quad I_C \propto \frac{1}{X_C}$$

$$\therefore \quad I_C \propto \omega \quad C \text{ بثبوت}$$

س12 // ربط مصباح كهربائي على التوالي مع محث صرف ومصدرا للتيار المتناوب . عند أي من الترددات الزاوية العالية أم الواطئة يكون المصباح أكثر توهجا ؟ وعند أي منها يكون المصباح أقل توجها ؟ (بثبوت مقدار فولطية المصدر) وضح ذلك

الجواب //

- ★ عند الترددات الزاوية العالية تزداد X_L فيقل التيار في الدائرة ، لذلك يكون المصباح اقل توهجاً .
- ★ عند الترددات الزاوية الواطئة تقل X_L فتزداد التيار في الدائرة ، لذلك يكون المصباح اكثر توهجاً .

$$\because \quad X_L = \omega L \quad \Rightarrow \quad X_C \propto \omega \quad L \text{ بثبوت}$$

$$\because \quad I_L = \frac{V_L}{X_L} \quad \Rightarrow \quad I_L \propto \frac{1}{X_L}$$

$$\therefore \quad I_L \propto \frac{1}{\omega} \quad L \text{ بثبوت}$$

مسائل الفصل الثالث

س1

مصدر للفولطية المتناوبة ، ربط بين طرفية مقاومة صرف مقدارها ($250\ \Omega$) ، وفرق الجهد بين طرفي المصدر يعطى بالعلاقة التالية : $V_R = 500\ sin\ (200\pi\ t)$

(1) اكتب العلاقة التي يعطى بها التيار في هذه الدائرة .

(2) احسب المقدار المؤثر للفولطية والمقدار المؤثر للتيار .

(3) احسب تردد الدائرة و التردد الزاوي للدائرة .

الجواب

$$1 - V_R = V_m\ sin(\omega t)$$

$$V_R = 500\ sin\ (200\pi\ t) \quad \Rightarrow \quad V_m = 500\ V$$

$$\therefore\ I_m = \frac{V_m}{R} = \frac{500}{250} = 2\ A$$

$$I_R = 2\ sin\ (200\pi\ t)$$

$$2 - V_{eff} = 0.707\ V_m = 0.707 \times 500 = 353.3\ V$$

$$I_{eff} = 0.707\ I_m = 0.707 \times 2 = 1.414\ A$$

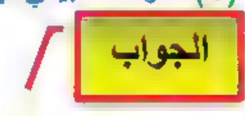
$$3 - \omega t = 200\ \pi t \qquad \omega = 200\ \pi\ \ rad/s$$

$$\because\ \omega = 2\pi f \quad \Rightarrow\ 2\pi f = 200\ \pi \quad \Rightarrow \quad f = 100\ Hz$$

س2

دائرة اهتزاز كهرومغناطيسي تتألف من متسعة ذات سعة صرف سعتها ($\frac{50}{\pi}\ \mu F$) ومحث صرف معامل حثه الذاتي ($\frac{5}{\pi}$ mH) . احسب

(1) التردد الطبيعي لهذه الدائرة .   (2) التردد الزاوي الطبيعي لهذه الدائرة .



الجواب

$$1 - f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \qquad \Rightarrow \quad f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{5}{\pi} \times 10^{-3} \times \frac{50}{\pi} \times 10^{-6}}}$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{250}{\pi^2} \times 10^{-9}}} = \frac{1}{\frac{2\pi}{\pi}\sqrt{250 \times 10^{-9}}} = \frac{1}{2\sqrt{25 \times 10^{-8}}}$$

$$f_r = \frac{1}{2 \times 5 \times 10^{-4}} = \frac{1}{10 \times 10^{-4}} = \frac{1}{10^{-3}} = 10^3\ Hz$$

$$1 - \omega_r = 2\pi f_r = 2 \times 3.14 \times 10^3 = 6.28 \times 10^3\ rad / sec$$

س3 /

مذبذب كهربائي مقدار فرق الجهد بين طرفيه ثابت ($1.5\ V$) اذا تغير تردده من ($1\ Hz$) الى ($1\ MHz$) احسب مقدار كل من ممانعة الدائرة وتيار الدائرة عندما يربط بين طرفي المذبذب :

أولا : مقاومة صرف فقط ($R = 30\ \Omega$).

ثانيا : متسعة ذات سعة صرف فقط سعتها ($C = \frac{1}{\pi}\ \mu F$).

ثالثا : محث صرف فقط معامل حثه الذاتي ($L = \frac{50}{\pi}\ mH$)

الجواب /

$$1 - I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{1.5}{30} = 0.05\ A$$

عندما : $f = 1\ Hz$

$$2 - X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \times 1 \times \frac{1}{\pi} \times 10^{-6}} = 5 \times 10^5\ \Omega$$

$$I_C = \frac{V_C}{X_C} = \frac{1.5}{5 \times 10^5} = 3 \times 10^{-6}\ A$$

عندما : $f = 1\ MHz$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \times 1 \times 10^6 \times \frac{1}{\pi} \times 10^{-6}} = 0.5\ \Omega$$

$$I_C = \frac{V_C}{X_C} = \frac{1.5}{0.5} = 3\ A$$

عندما : $f = 1\ Hz$

$$3 - X_L = 2\pi f L = 2\pi \times 1 \times \frac{50}{\pi} \times 10^{-3} = 0.1\ \Omega$$

$$I_L = \frac{V_L}{X_L} = \frac{1.5}{0.1} = 15\ A$$

عندما : $f = 1\ MHz$

$$X_L = 2\pi f L = 2\pi \times 1 \times 10^6 \times \frac{50}{\pi} \times 10^{-3} = 0.1 \times 10^6\ \Omega$$

$$I_L = \frac{V_L}{X_L} = \frac{1.5}{0.1 \times 10^6} = 15 \times 10^{-6}\ A$$

س4

ربط ملف بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها ($20\ V$) وكان تيار الدائرة ($5\ A$) ، فاذا فصل الملف عن البطارية وربط بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة المقدار المؤثر لفرق الجهد بين قطبية ($20\ V$) بتردد ($\frac{700}{22}\ Hz$) كان تيار هذه الدائرة ($4\ A$) ، احسب مقدار :

(1) معامل الحث الذاتي للملف .

(2) زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار مع رسم مخطط طوري للممانعة .

(3) عامل القدرة .

(4) كل من القدرة الحقيقية والقدرة الظاهرية .



عندما يربط ملف على مصدر مستمر (بطارية) فان :

$$R = \frac{V}{I} = \frac{20}{5} = 4\ \Omega$$

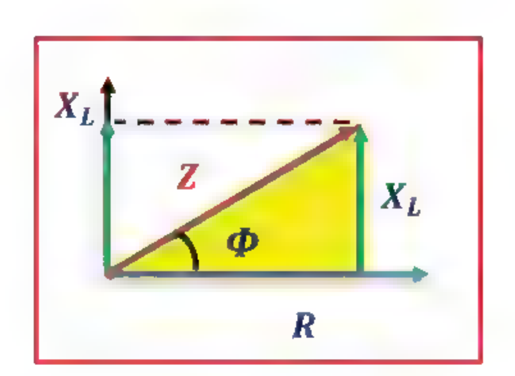
$$1 - \ Z = \frac{V_T}{I_T} = \frac{20}{4} = 5\ \Omega$$

$$Z^2 = R^2 + (X_L)^2 \quad \Rightarrow \quad (5)^2 = (4)^2 + (X_L)^2 \quad \Rightarrow \quad 25 = 16 + (X_L)^2$$

$$\Rightarrow \ (X_L)^2 = 25 - 16 = 9 \quad \Rightarrow \quad X_L = 3\ \Omega$$

$$\because \ X_L = 2\pi f L \quad \Rightarrow \quad 3 = 2 \times \frac{22}{7} \times \frac{700}{22} \times L \quad \Rightarrow \quad L = \frac{3}{200} = 0.015\ H$$

$$2 - \ \tan \Phi = \frac{X_L}{R} = \frac{3}{4} \quad \Rightarrow \quad \Phi = 37^\circ$$



$$3 - \ Pf = \cos \Phi = \frac{R}{Z} = \frac{4}{5} = 0.8$$

$$4 - \ P_{real} = I_R^2 . R = 16 \times 4 = 64\ Watt$$

$$P_{app} = I_T . V_T = 4 \times 20 = 80\ A\ V$$

س 5 /

مقاومة صرف مقدارها ($150\ \Omega$) ربطت على التوالي مع ملف مهمل المقاومة معامل حثه الذاتي ($0.2\ H$) ومتسعة ذات سعة صرف ، ربطت المجموعة بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة تردده ($\frac{500}{\pi}\ Hz$) وفرق الجهد بين طرفيه ($300\ V$) ، احسب :

(1) سعة المتسعة التي اجعل الممانعة الكلية في الدائرة ($150\ \Omega$) .
(2) عامل القدرة في الدائرة وزاوية فرق الطور بين الفولطية الكلية والتيار .
(3) ارسم المخطط الطوري للممانعة .
(4) تيار الدائرة .
(5) كل من القدرة الحقيقية (المستهلكة) والقدرة الظاهرية (المجهزة للدائرة) .



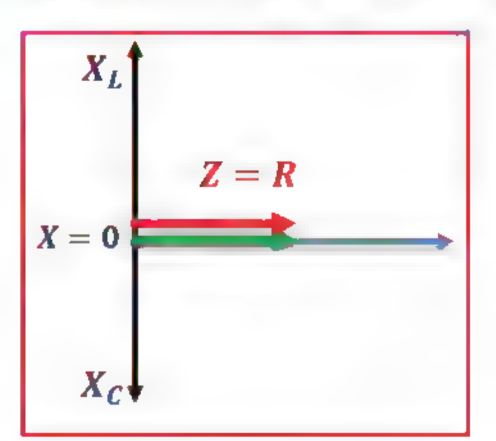
بما ان الدائرة في حالة رنين ($Z = R$) فأن :

$$1 - f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow \frac{500}{\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0.2 \times C}} \Rightarrow 1000 = \frac{1}{\sqrt{0.2 \times C}}$$

$$\xrightarrow{\text{تربيع الطرفين}} 10^6 = \frac{1}{0.2 \times C} \Rightarrow C = \frac{1}{0.2 \times 10^6} = 5 \times 10^6 = 5\ \mu F$$

2 – ولان الدائرة في حالة رنين هذا يعني ان زاوية فرق الطور ($\Phi = 0$)

$$\Rightarrow \quad Pf = \cos\Phi = \cos 0 = 1$$



$$4 - I_r = \frac{V_T}{R} = \frac{300}{150} = 2\ A$$

$$5 - P_{real} = I^2 . R = 4 \times 150 = 600\ Watt$$

$$P_{app} = I_T . V_T = 2 \times 300 = 600\ A\ V$$

س 6 /

دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي مقاومة صرف ومتسعة ذات سعة صرف مقدارها ($20\ \mu F$) ومحث صرف ومصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه ربطت ($100\ V$) بتردد ($\frac{100}{\pi}\ Hz$) ، كانت القدرة الحقيقية في الدائرة ($80\ W$) وعامل القدرة فيها (0.8) وللدائرة خصائص حثية ، احسب :

(1) التيار في فرع المقاومة والتيار في فرع المتسعة .
(2) التيار الكلي .
(3) زاوية فرق الطور بين التيار الكلي والفولطية مع رسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات .
(4) معامل الحث الذاتي للمحث .



بما ان الربط متوازي الربط فأن

$$1 - V_T = V_R = V_L = V_C = 100\ V$$

$$P_{real} = I_R \cdot V_R \quad \Rightarrow \quad I_R = \frac{P_{real}}{V_R} = \frac{80}{100} = 0.8\ A$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \times \frac{100}{\pi} \times 20 \times 10^{-6}} = \frac{1}{4000 \times 10^{-6}} = 250\ \Omega$$

$$I_C = \frac{V_C}{X_C} = \frac{100}{250} = 0.4\ A$$

$$2 - \text{Pf} = \cos\Phi = \frac{I_R}{I_T} \quad \Rightarrow \quad I_T = \frac{I_R}{\text{Pf}} = \frac{0.8}{0.8} = 1\ A$$

$$3 - \text{Pf} = \cos\Phi = 0.8 \quad \Rightarrow \quad \Phi = -37^\circ$$

I_C , I_R , Φ , $I_X = I_C - I_L$, I_T , I_L

$$4 - (I_T)^2 = (I_R)^2 + (I_X)^2$$

$$(1)^2 = (0.8)^2 + (I_X)^2 \quad \Rightarrow \quad 1 = 0.64 + (I_X)^2$$

$$(I_X)^2 = 1 - 0.64 = 0.36 \quad \xRightarrow{\text{بجذر الطرفين}} \quad I_X = 0.6$$

وبما ان للدائرة خصائص حثية فأن :

$$I_X = -0.6\ A$$

$$I_X = (I_C - I_L) = -0.6 \quad \Rightarrow \quad I_C - I_L = -0.6 \quad \Rightarrow \quad 0.4 - I_L = -0.6$$

$$I_L = 0.4 + 0.6 = 1\ A$$

$$X_L = \frac{V_L}{I_L} = \frac{100}{1} = 100\ \Omega$$

$$X_L = 2\pi f L \quad \Rightarrow \quad L = \frac{100}{2\pi f} = \frac{100}{2\pi \times \frac{100}{\pi}} = 0.5\ H$$



س 7

دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي ملف مقاومته ($10\ \Omega$) ومعامل حثه الذاتي ($0.5\ H$) ومقاومة صرف مقدارها ($20\ \Omega$) ومتسعة ذات سعة صرف ومصدرا للفولطية تردده ($\frac{100}{\pi}\ Hz$) وفرق الجهد بين طرفيه ($200\ V$) وكان مقدار عامل القدرة فيها (0.6) وللدائرة خواص سعوية ، احسب مقدار :

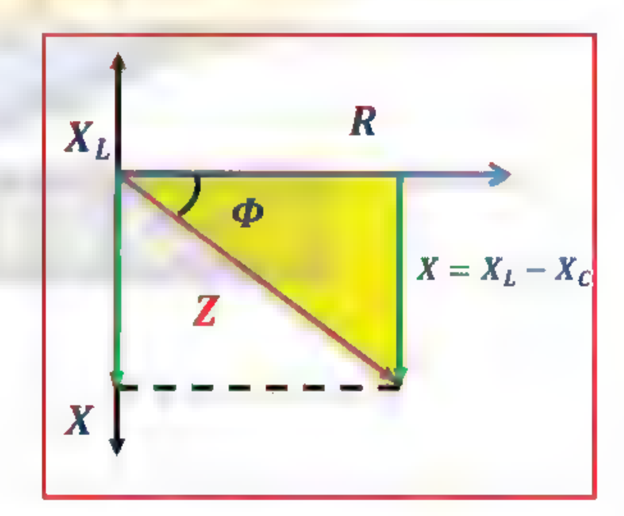
1- التيار في الدائرة .
2- سعة المتسعة .
3- ارسم مخطط الممانعة واحسب قياس زاوية فرق الطور بين المتجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار

الجواب

$$1-\ R_T = R_L + R \quad \Rightarrow \quad R_T = 10 + 20 = 30\ \Omega$$

$$Pf = \cos\Phi = \frac{R_T}{Z} \quad \Rightarrow \quad 0.6 = \frac{30}{Z} = \quad \Rightarrow \quad Z = \frac{30}{0.6} = \frac{300}{6} = 50\ \Omega$$

$$I = \frac{V_T}{Z} = \frac{200}{50} = 4\ A$$



$$2-\ X_L = 2\pi f L = 2\pi \times \frac{100}{\pi} \times 0.5 = 100\ \Omega$$

$$(Z)^2 = (R_T)^2 + (X_L - X_C)^2$$

$$(50)^2 = (30)^2 + (X)^2$$

$$2500 = 900 + (X)^2$$

$$X = \sqrt{2500 - 900} = \pm 40$$

∵ للدائرة خواص سعوية فأن الرادة المحصلة تكون سالبة أي :



$$X = -40\ \Omega$$

$$X = X_L - X_C \quad \Rightarrow \quad -40 = 100 - X_C \quad \Rightarrow \quad X_C = 140\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} \quad \Rightarrow \quad 140 = \frac{1}{2\pi \times \frac{100}{\pi} \times C} \quad \Rightarrow \quad C = \frac{1}{140 \times 200} = \frac{1}{28000}\ F$$

$$4-\ \tan\Phi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{100 - 140}{30} = -\frac{40}{30} = -\frac{4}{3} \quad \Rightarrow \quad \Phi = -53^\circ$$

س 8

مصدر للفولطية المتناوبة تردده الزاوي ($400\ rad/s$) وفرق الجهد بين قطبيه ($500\ V$) ربط بين قطبيه على التوالي متسعة سعتها ($10\ \mu F$) وملف معامل حثه الذاتي ($0.125\ H$) ومقاومته ($150\ \Omega$) ما مقدار :

(1) الممانعة الكلية وتيار الدائرة .
(2) فرق الجهد عبر كل من المقاومة والمحث والمتسعة .
(3) زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار ، ما هي خصائص هذه الدائرة .
(4) عامل القدرة .



الجواب

$$1-\ X_L = \omega L = 400 \times 0.125 = 50\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{400 \times 10 \times 10^{-6}} = 250\ \Omega$$

$$(Z)^2 = (R)^2 + (X_L - X_C)^2$$

$$(Z)^2 = (150)^2 + (50 - 250)^2$$

$$(Z)^2 = 22500 + 40000 = 62500 \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} Z = 250\ \Omega$$

$$I_T = \frac{V_T}{Z} = \frac{500}{250} = 2\ A$$

$$2-\ V_R = I\,.\,R = 2 \times 150 = 300\ V$$

$$V_L = I\,.\,X_L = 2 \times 50 = 100\ V$$

$$V_C = I\,.\,X_C = 2 \times 250 = 500\ V$$

$$3-\tan\Phi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{50-250}{150} = \frac{-200}{150} = \frac{-4}{3} = -0.8 \Rightarrow \quad \Phi = -53^\circ$$

وللدائرة خصائص سعوية

$$4-\text{Pf} = \frac{R}{Z} = \frac{150}{250} = 0.6$$

س 9

دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث ومتسعة ذات سعة صرف ($20\ \mu F$) ومصدر للفولطية المتناوبة مقدار فرق الجهد بين طرفيها ($480\ V$) بتردد ($100\ Hz$) وكان مقدار القدرة الحقيقية المستهلكة في الدائرة ($1920\ W$) ومقدار رادة السعة ($32\ \Omega$) ومقدار رادة الحث ($32\ \Omega$) ما مقدار :

(1) التيار المناسب في كل من فرع المقاومة وفي فرع المتسعة وفي فرع المحث والتيار الرئيسي في الدائرة .
(2) ارسم مخطط المتجهات الطورية .
(3) قياس زاوية فرق الطور بين متجه الطور التيار الكلي ومتجه للفولطية، وما هي خواص هذه الدائرة .
(4) عامل القدرة في الدائرة .
(5) الممانعة الكلية في الدائرة .



بما ان الربط متوازي الربط فأن

$1 - V_T = V_R = V_L = V_C = 480\ V$

$P_{real} = I_R . V_R \Rightarrow I_R = \frac{P_{real}}{V_R} = \frac{1920}{480} = 4\ A$

$X_L = \frac{V_L}{I_L} \Rightarrow I_L = \frac{V_L}{X_L} = \frac{480}{40} = 12\ A$

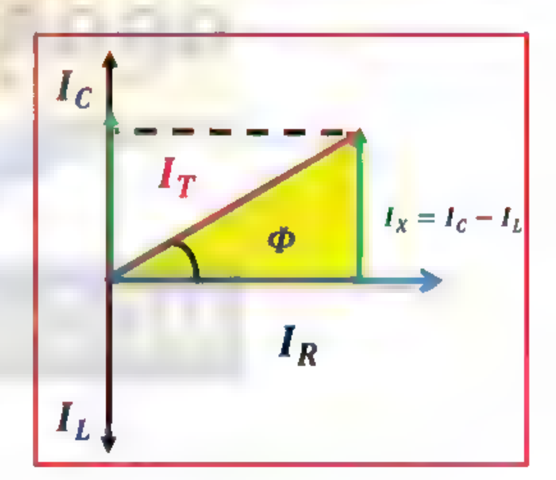
$X_C = \frac{V_C}{I_C} \Rightarrow I_C = \frac{V_C}{X_C} = \frac{480}{32} = 15\ A$

$(I_T)^2 = (I_R)^2 + (I_C - I_L)^2$

$(I_T)^2 = (4)^2 + (15 - 12)^2$

$(I_T)^2 = 16 + 9 = 25$

$I_T = 5\ A$



$3 - \tan \Phi = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{I_C - I_L}{I_R} = \frac{15 - 12}{4} = \frac{3}{4} \Rightarrow \Phi = 37°$

وبما ان الزاوية موجبة وتيار المتسعة اكبر من تيار المحث فأن للدائرة خصائص سعوية

$4 - Pf = \cos \Phi = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} = \frac{I_R}{I_T} = \frac{4}{5} = 0.8$

$5 - Z = \frac{V_T}{I_T} = \frac{480}{5} = 96\ \Omega$



مقاومة ($30\ \Omega$) ربطت على التوازي مع متسعة ذي سعة خالصة وربطت هذه المجموعة عبر قطبي مصدر للفولطية المتناوبة بتردد ($50\ Hz$) فأصبحت الممانعة الكلية للدائرة ($24\ \Omega$) والقدرة الحقيقية ($480\ W$)
فما مقدار سعة المتسعة ؟ أرسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات ؟

الجواب

$$P_{real} = I_R^2 . R \quad \Rightarrow \quad 480 = I_R^2 \times 30 \quad \Rightarrow \quad I_R^2 = \frac{480}{30} = 16 \Rightarrow I_R = 4\ A$$

$$V_R = I_R \times R = 4 \times 30 = 120\ V$$

بما ان الربط متوازي الربط فأن

$$V_T = V_R = V_L = V_C = 120\ V$$

$$Z = \frac{V_T}{I_T} \quad \Rightarrow I_T = \frac{V_T}{Z} = \frac{120}{24} = 5\ A$$

$$(I_T)^2 = (I_R)^2 + (I_C)^2$$

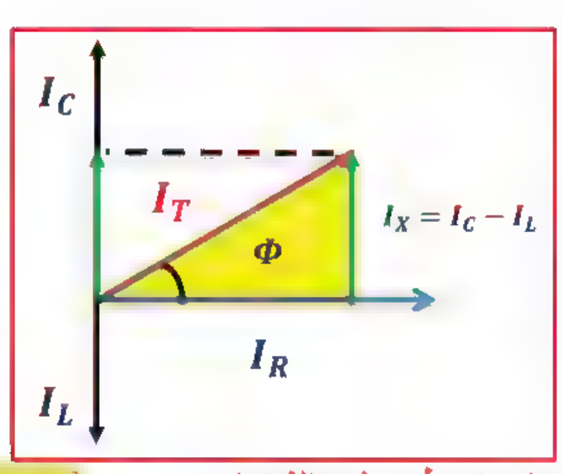
$$(5)^2 = (4)^2 + (I_C)^2 \quad \Rightarrow \quad 25 = 16 + (I_C)^2$$

$$(I_C)^2 = 25 - 16 = 9 \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} I_C = 3\ A$$

$$X_C = \frac{V_L}{I_C} = \frac{120}{3} = 40\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} \quad \Rightarrow C = \frac{1}{2\pi f\ X_C} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 40}$$

$$C = \frac{1}{4000\pi}\ F$$



س 11

دائرة تيار متناوب متوالية الربط الحمل فيها ملف مقاومته ($500\ \Omega$) ومتسعة متغيرة السعة ، عندما كان مقدار سعتها ($50\ nF$) ومصدر للفولطية المتناوبة مقدارها ($400\ V$) بتردد زاوي ($10^4\ rad/s$) ، وكانت القدرة الحقيقية (المستهلكة) في هذه الدائرة تساوي القدرة الظاهرية (المجهزة) ، احسب :

(1) معامل الحث الذاتي للملف وتيار الدائرة .
(2) كل من رادة الحث ورادة السعة .
(3) زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار ، وما مقدار عامل القدرة .
(4) عامل النوعية للدائرة .
(5) سعة المتسعة التي تجعل متجه الطور للفولطية الكلية يتأخر عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور ($\frac{\pi}{4}$) .



الدائرة في حالة رنين لان القدرة الحقيقية تساوي القدرة الظاهرية

$$1-\ \omega_r=\frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow 10^4=\frac{1}{\sqrt{L\times 50\times 10^{-9}}}$$

تربيع الطرفين ⟹

$$10^8=\frac{1}{L\times 50\times 10^{-9}}$$

$$\therefore L=\frac{1}{10^8\times 50\times 10^{-9}}=\frac{1}{5}=0.2\ H$$

ولان الدائرة في حالة رنين فأن $Z=R$

$$I_r=\frac{V_T}{Z}=\frac{400}{500}=0.8\ A$$

$$2-\ X_C=\frac{1}{\omega_r C}=\frac{1}{10^4\times 50\times 10^{-9}}=\frac{1}{5\times 10^{-4}}=2000\ \Omega$$

ولان الدائرة في حالة رنين $X_C=X_L=2000\ \Omega$

$$3-\tan\Phi=\frac{X_L-X_C}{R}=\frac{2000-2000}{500}=\frac{0}{500}=0 \Rightarrow \Phi=0$$

$$Pf=\cos\Phi=\cos 0=1$$

$$4 - Qf = \frac{1}{R} \times \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{500} \times \sqrt{\frac{0.2}{50 \times 10^{-9}}} = \frac{1}{500} \times \sqrt{\frac{0.2 \times 10^{9}}{50}}$$

$$Qf = \frac{1}{500} \times \sqrt{\frac{2 \times 10^{8}}{50}} = \frac{1}{500} \times \sqrt{\frac{1 \times 10^{8}}{25}} = \frac{1}{500} \times \frac{10^{4}}{5} = \frac{1}{500} \times \frac{10000}{5} = 4$$

$$Qf = 4$$

ولان متجه الطور للفولطية يتأخر عن متجه الطور للتيار فهذا يعني ان زاوية فرق الطور ذات قيمة سالبة وفي الربع الرابع :

$$5 - \tan \Phi = \frac{X_L - X_C}{R}$$

$$\tan\left(\frac{-\pi}{4}\right) = \frac{2000 - X_C}{500} \Rightarrow -1 = \frac{2000 - X_C}{500}$$

$$-500 = 2000 - X_C \qquad \Rightarrow \qquad X_C = 2000 + 500 = 2500\,\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega_r C} \quad \Rightarrow \quad 2500 = \frac{1}{10^4 \times C} \quad \Rightarrow \quad C = \frac{1}{10^4 \times 2500} \quad \frac{10^{-6}}{25}$$

$$C = 0.04 \times 10^{-6}\, F$$

اسئلة الفصل الثالث الوزارية

س/ وزاري 2013- تمهيدي / مكرر / علام يعتمد مقدار الممانعة الكلية لدائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف $(R - L - C)$ ؟

س/ وزاري 2013- تمهيدي / مكرر / ما الذي تمثله الاجزاء الموجبة والاجزاء السالبة في منحني القدرة الانية في دائرة تيار متناوب تحتوي فقط محث صرف ؟

س/ وزاري 2013-دور1 / مكرر / اشرح نشاط يوضح تأثير تغير مقدار تردد فولطية المصدر في مقدار رادة السعة للمتسعة

س/ وزاري 2013-دور2 / مكرر / ما الذي تمثله الاجزاء الموجبة والاجزاء السالبة في منحني القدرة الانية في دائرة تيار متناوب تحتوي فقط متسعة ذات سعة صرف ؟

س/ وزاري 2013-دور2 / علام يعتمد عامل النوعية في دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف ؟




س/ وزاري 2013-دور3 / اختر الاجابة الصحيحة من بين الاقواس :
دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف $(R - L - C)$ عندما تكون الممانعة الكلية للدائرة بأصغر مقدار وتيار الدائرة بأكبر مقدار فأن عامل القدرة فيها (اكبر من الواحد الصحيح ، أقل من الواحد الصحيح ، **يساوي من الواحد الصحيح**) .

س/ وزاري 2013-دور3 / مكرر/ لماذا يفضل استعمال محث صرف في التحكم بتيار التفريغ في مصباح الفلورسنت ولا تستعمل مقاومة صرف ؟

س/ وزاري 2014- التمهيدي / اشرح نشاط توضح فيه تأثير تغير معامل الحث الذاتي في مقدار رادة الحث ؟

س/ وزاري 2014-دور1 / مكرر / وضح كيف يتغير كل من المقاومة ورادة السعة اذا تضاعف التردد الزاوي للمصدر في دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي على مقاومة ومتسعة ومصدر ؟

س/ وزاري 2014-دور1 // هل يمكن ان تستعمل اجهزة مقياس التيار المستمر في دوائر التيار المتناوب ؟ وضح ذلك ؟

س/ وزاري 2014-دور2 / علل : منحني القدرة الانية في دائرة التيار المتناوب عندما يكون الحمل فيها يحتوي مقاومة صرف موجباً دائما ؟

س/ وزاري 2014-دور2 مكرر // بين بوساطة رسم مخطط بياني كيف تتغير كل من رادة الحث ورادة السعة مع تردد الفولطية ؟

س/ وزاري 2014-دور2 نازحين/ وضح بنشاط تأثير تغير سعة المتسعة في مقدار رادة السعة للمتسعة ؟

س/ وزاري 2014-دور3 / علل : يزداد عامل النوعية في الدائرة الرنينية المتوالية الربط كلما كانت مقاومة هذه الدائرة صغيرة ؟

س/ وزاري 2014-دور3 / ربط مصباح كهربائي على التوالي مع محث صرف ومصدر للتيار المتناوب . عند أي من الترددات الزاوية العالية ام الواطئة يكون المصباح اكثر توهجاً (بثبوت مقدار فولطية المصدر) ؟ وضح ذلك ؟

س/ وزاري 2015- دور1 / علل : يفضل استعمال التيار المتناوب في الدوائر الكهربائية ؟

س/ وزاري 2015-دور2 / اختر الاجابة الصحيحة من بين الاقواس : عامل النوعية يعطى بالعلاقة الاتية :

$$\left[\; Qf = \frac{1}{R}\times\sqrt{\frac{C}{L}} \quad , \quad Qf = \frac{1}{R}\times\sqrt{\frac{L}{C}} \quad , \quad Qf = R\times\sqrt{LC} \quad , \quad Qf = R\times\sqrt{\frac{C}{L}} \;\right]$$

س/ وزاري 2016- تمهيدي / ما العلاقة بين القدرة الحقيقية والقدرة الظاهرية في دوائر التيار المتناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف $(R - L - C)$ ؟

س/ وزاري 2016- دور1 / ما مقدار عامل القدرة في دائرة تيار متناوب (مع ذكر السبب) اذا كان الحمل فيها يتالف من ملف ومتسعة والدائرة متوالية الربط وليست في حالة رنين ؟

س/ وزاري 2016- دور2 / علام يعتمد عامل القدرة في دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف $(R - L - C)$ ؟

س/ وزاري 2016- دور3 / ما المقصود بـ (عامل النوعية) ؟ وعلام يعتمد ؟

المسائل الوزارية على الفصل الثالث

س/ وزاري2013- دور1 / دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي مقاومة صرف ومتسعة ذات سعة صرف مقدارها ($\frac{500}{\pi}\ \mu F$) ومحث صرف ومصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه (100 V) بتردد ($50\ Hz$) وكانت القدرة الحقيقية في الدائرة ($400\ W$) وعامل القدرة فيها (0.8) وللدائرة خواص سعوية ، احسب مقدار :

(1) التيار في فرع المقاومة والتيار في فرع المتسعة .
(2) التيار الكلي
(3) زاوية فرق الطور بين التيار الكلي والفولطية مع رسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات .

الجواب // ($I_R = 4\ A$, $I_C = 5\ A$, $I_T = 5\ A$, $\Phi = 37°$)

س/ وزاري2013- دور2 / مقاومة ($60\ \Omega$) ربطت على توازي مع متسعة ذات سعة خالصة وربطت المجموعة عبر قطبي مصدر للفولطية المتناوبة بتردد ($100\ Hz$) فأصبحت الممانعة الكلية للدائرة ($48\ \Omega$) والقدرة الحقيقية ($960\ W$) فما مقدار :

(1) سعة المتسعة
(2) عامل القدرة في الدائرة .
(3) القدرة الظاهرية (المجهزة للدائرة) .
(4) ارسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات

الجواب // ($C = \frac{1}{16\pi}\ mF$, $Pf = 0.8$, $P_{app} = 1200\ V\ A$)

س/ وزاري2013- دور3 / دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومصدر للفولطية المتناوبة مقدار فرق الجهد بين طرفيه (100 V) بتردد ($50\ Hz$) وكان مقدار القدرة الحقيقية المستهلكة في الدائرة ($400\ W$) ومقدار رادة السعة ($20\ \Omega$) ومعامل الحث الذاتي للمحث ($\frac{1}{2\pi}\ H$) ، احسب مقدار :

(1) التيار المنساب في كل من فرع المقاومة وفرع المتسعة وفرع المحث والتيار الرئيس في الدائرة
(2) ارسم مخطط المتجهات الطورية .
(3) قياس زاوية فرق الطور بين متجه الطور للتيار الرئيس ومتجه الطور للفولطية وماهي خواص الدائرة .
(4) عامل القدرة في الدائرة .
(5) الممانعة الكلية في الدائرة .

الجواب // ($I_R = 4\ A$, $I_C = 5\ A$, $I_L = 2\ A$, $I_T = 5\ A$, $\Phi = 37°$, $Pf = 0.8$, $Z = 20\ \Omega$)

س/ وزاري2014- التمهيدي/ دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي ملف مقاومته ($10\ \Omega$) ومعامل الحث الذاتي للمحث ($\frac{1}{\pi}\ H$) ومقاومة صرف مقدارها ($50\ \Omega$) ومتسعة ذات سعة صرف ومصدر للفولطية المتناوبة ترددة ($50\ Hz$) وفرق الجهد بين طرفيه (200 V) وكان مقدار عامل القدرة فيها (0.6) وللدائرة خواص حثية ، احسب :

(1) التيار في الدائرة .
(2) سعة المتسعة .
(3) ارسم مخطط الممانعة واحسب قياس زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار

الجواب // ($I_T = 2\ A$, $C = \frac{1}{2\pi}\ mF$, $\Phi = 53°$)

س/ وزاري2014- دور1 / دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي (مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف) ومصدر للفولطية المتناوبة وكان مقدار رادة الحث ($40\ \Omega$) ومقدار رادة السعة ($32\ \Omega$) وكانت القدرة الحقيقية المستهلكة في الدائرة ($1920\ W$) ومقاومة الدائرة ($120\ \Omega$) ، احسب مقدار :

(1) فولطية المصدر .
(2) تيار الدائرة .
(3) ممانعة الدائرة
(4) التيار المنساب في كل من فرع المتسعة وفرع المحث .
(5) ارسم مخطط المتجهات الطورية .

الجواب // ($V_T = 480\ V$, $I_L = 12\ A$, $I_C = 15\ A$, $I_T = 5\ A$, $Z = 96\ \Omega$)

س/ وزاري2014- دور2 / دائـرة تيـار متنـاوب متواليـة الـربط فيهـا ملـف مقاومتـه ($20\ \Omega$) ومتسـعة سـعتها ($50\ \mu F$) ومصـدر للفولطيـة المتناوبـة مقدارها ($100\ V$) بتردد ($\frac{100}{\pi}\ Hz$) وكانـت مقدار القدرة الحقيقية (المستهلكة) في هذه الدائرة تساوي القدرة الظاهرية (المجهزة) ، احسب مقدار :

(1) معامل الحث الذاتي للملف وتيار الدائرة .
(2) رادة الحث و رادة السعة .
(3) زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية متجه الطور للتيار
(4) عامل القدرة .

الجواب // ($L = 0.5\ H$, $I_T = 5\ A$, $X_L = X_C = 100\ \Omega$, $\Phi = 0$, $Pf = 1$)

س/ وزاري2014- دور3 / مصـدر للفولطيـة المتناوبـة تـردده الـزاوي ($100\pi\ rad/s$) وفـرق الجهـد بـين قطبيـه ($100\ V$) ربـط بـين قطبيـه علـى التـوالي متسـعة سـعتها ($\frac{50}{\pi}\ \mu F$) وملـف معامـل حثـه الـذاتي ($\frac{1.6}{\pi}\ H$) ومقاومتـه ($30\ \Omega$) . احسب مقدار :

(1) الممانعة الكلية وتيار الدائرة .
(2) فرق الجهد عبر كل من المقاومة والمحث والمتسعة .
(2) زاوية فرق الطور وخصائص الدائرة .

الجواب // ($Z = 50\ \Omega$, $I_T = 2\ A$, $V_R = 60\ V$, $V_L = 320\ V$, $V_C = 400\ V$, $\Phi = -53°$)

س/ وزاري2015- تمهيدي / دائـرة تيـار متنـاوب متواليـة الـربط تحتـوي ملـف معامـل حثـه الـذاتي ($\frac{1}{\pi}\ H$) ومقاومتـه ($5\ \Omega$) ومتسعة مقدار سعتها ($\frac{1}{\pi}\ \mu F$) فاذا وضعت على الدائرة فولطية متناوبة مقدارها ($10\ V$) اصبحت الدائرة في حالة رنين ، احسب مقدار :

(1) التردد الرنيني .
(2) تيار الدائرة .
(3) عامل القدرة.
(4) القدرة الظاهرية .
(5) ارسم مخطط الممانعة للدائرة الرنينية .

الجواب // ($f_r = 500\ Hz$, $I_r = 2\ A$, $Pf = 1$, $P_{app} = 20\ VA$)

س/ وزاري2015- دور2 / دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي ملف مقاومته ($40\ \Omega$) معامل حثه الذاتي ($\frac{1}{\pi}\ H$) ومتسعة ذات سعة صرف ومصدراً للفولطية المتناوبة تردده ($50\ Hz$) وفرق الجهد بين طرفيه ($100\ V$) كان مقدار عامل القدرة فيها (0.8) وللدائرة خصائص حثية ، احسب مقدار :

(1) التيار في الدائرة .
(2) رادة السعة للمتسعة .

الجواب // ($I_T = 2\ A\ ,\ X_C = 70\ \Omega$)

س/ وزاري2015- دور3 / ربط ملف بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة ، المقدار المؤثر لفرق الجهد بين قطبية ($200\ V$) بتردد ($50\ Hz$) وكان تيار الدائرة ($2\ A$) ومقاومة الملف ($60\ \Omega$) ، احسب مقدار :

(1) معامل الحث الذاتي للملف .
(2) زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار مع رسم مخطط للممانعة .
(3) القدرة الحقيقية والقدرة الظاهرية .

الجواب // ($L = \frac{0.8}{\pi}\ H\ ,\ \Phi = 53°\ ,\ P_{real} = 240\ W\ ,\ P_{app} = 400\ V\ A$)

س/ وزاري2016- دور2 / دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي محث ومقاومة صرف مقدارها ($30\ \Omega$) ومتسعة ذات سعة صرف ومصدر للفولطية المتناوبة تردده ($50\ Hz$) وفرق الجهد بين طرفيه ($100\ V$) وكان مقدار القدرة الحقيقية في الدائرة ($120\ W$) ومقدار رادة الحث ($160\ \Omega$) وللدائرة خواص سعوية ، احسب مقدار :

(1) التيار في الدائرة .
(2) سعة المتسعة .
(3) ارسم مخطط الممانعة واحسب مقدار قياس زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار .

الجواب // ($I_T = 2\ A\ ,\ C = \frac{1}{20\pi}\ mF\ ,\ \Phi = -53°$)

س/ وزاري2016- دور3 / دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي مقاومة صرف ومتسعة ذات سعة صرف مقدارها ($\frac{7}{22}\ mF$) ومحث صرف ومصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه ($60\ V$) بتردد ($50\ Hz$) وكانت القدرة الحقيقية في الدائرة ($180\ W$) وعامل القدرة فيها (0.6) وللدائرة خواص سعوية ، احسب مقدار :

(1) التيار في فرع المقاومة والتيار في فرع المتسعة .
(2) التيار الكلي
(3) زاوية فرق الطور بين التيار الكلي والفولطية مع رسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات .

الجواب // ($I_R = 3\ A\ ,\ I_C = 6\ A\ ,\ I_T = 5\ A\ ,\ \Phi = 53°$)



س/ وزاري2017- دور 1 / مهم / دائرة تيار متناوب متوالية الربط الحمل فيها ملف مقاومته ($5\ \Omega$) ومعامل الحث الذاتي له ($0.5\ H$) ومتسعة متغيرة السعة ، ومصدر للفولطية المتناوبة مقدارها ($50\ V$) بتردد زاوي ($200\ rad/s$) ، وكانت القدرة الحقيقية (المستهلكة) في هذه الدائرة تساوي القدرة الظاهرية (المجهزة)، احسب :

(1) كل من رادة الحث ورادة السعة .
(2) سعة المتسعة وتيار الدائرة .
(3) زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار وما مقدار عامل القدرة .
(4) سعة المتسعة التي تجعل متجه الطور للفولطية الكلية يتأخر عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور ($\frac{\pi}{4}$) .



الدائرة في حالة رنين لان القدرة الحقيقية تساوي القدرة الظاهرية

$$1 - X_L = \omega_r L = 200 \times 0.5 = 100\ \Omega$$

$X_C = X_L = 100\ \Omega$ ولان الدائرة في حالة رنين

$$2 - X_C = \frac{1}{\omega_r C} \Rightarrow 100 = \frac{1}{200 \times C} \Rightarrow C = \frac{1}{100 \times 200} = \frac{1}{20000}\ F$$

ولان الدائرة في حالة رنين فأن $Z = R$

$$I_r = \frac{V_T}{Z} = \frac{50}{5} = 10\ A$$

$$3 - \tan \Phi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{100 - 100}{500} = \frac{0}{500} = 0 \Rightarrow \Phi = 0$$

$Pf = \cos \Phi = \cos 0 = 1$

$4 - \tan \Phi = \frac{X_L - X_C}{R}$

ولان متجه الطور للفولطية يتأخر عن متجه الطور للتيار فهذا يعني ان زاوية فرق الطور ذات قيمة سالبة وفي الربع الرابع :

$\tan\left(\frac{-\pi}{4}\right) = \frac{100 - X_C}{5} \Rightarrow -1 = \frac{100 - X_C}{5}$

$-5 = 100 - X_C \Rightarrow X_C = 100 + 5 = 105\ \Omega$

$X_C = \frac{1}{\omega_r C} \Rightarrow 105 = \frac{1}{200 \times C} \Rightarrow C = \frac{1}{200 \times 105} \quad \frac{1}{21000}\ F$

هادي المدرسي :

إذا سألت نفسك عما تفقده مما عند غيرك من الناجحين

فأن الجواب سيكون حتما : لا شيء .